

ONGERUBRICEERD

Defence, Safety & SecurityKampweg 55
3769 DE Soesterberg
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 88 866 15 00

F +31 34 635 39 77

TNO-rapport**TNO 2018 R11654****Effecten van de inzet van Non-Human
Intelligent Collaborators op Opleiding &
Training [V1719]**

| | |
|----------------------|---|
| Datum | November 2018 |
| Auteur(s) | Dr. J.E. Korteling G.C. van de Boer-Visschedijk, MSc R.A. Boswinkel, MSc R.C. Boonekamp, MSc |
| Rubricering rapport | Ongerubriceerd |
| Vastgesteld door | B.H.S. van Haren |
| Vastgesteld d.d. | 15 november 2018 |
| Titel | Ongerubriceerd |
| Managementuittreksel | Ongerubriceerd |
| Samenvatting | Ongerubriceerd |
| Rapporttekst | Ongerubriceerd |
| Bijlagen | Ongerubriceerd |
| Oplage | 6 |
| Aantal pagina's | 58 (incl. bijlage, excl. RDP & distributielijst) |
| Aantal bijlagen | Niet van toepassing |

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2018 TNO

ONGERUBRICEERD

Samenvatting

Naar verwachting zullen intelligente systemen op niet al te lange termijn veel complexe taken van de mens kunnen overnemen en zullen deze ook steeds meer de rol van teamlid binnen menselijke teams gaan vervullen. We spreken dan van Non-human Intelligent Collaborators (NICs). Het onderhavige rapport beschrijft de resultaten van één van de vier eerste deelprojecten van het onderzoeksprogramma “BIHUNT Behavioural Impact of HUman and Non-human intelligent collaborator Teaming” (V1719). Dit deelproject geeft antwoord op de vraag: Met welke consequenties voor Opleiding en Training (O&T) moet de Nederlandse Defensie rekening houden als militairen en NIC's in teamverband gaan samenwerken? Dit is gedaan door in een literatuurstudie de huidige kennisgebieden van KI, mens-machine interactie, techniekfilosofie, cognitieve psychologie, teamsamenwerking, en onderwijskunde met elkaar te verbinden. Tevens zijn workshops en discussies hierover gevoerd, debatten gevolgd en toekomstscenario's bestudeerd. Dit heeft geresulteerd in een beargumenteerde visie over hoe we denken dat mens-NIC teams in de toekomst zullen functioneren, wat voor generieke veranderingen in leerdoelen voor menselijke teamleden dit tot gevolg heeft en wat voor algemene leerprincipes hiervoor van belang zijn.

De samenwerking en taakverdeling tussen mensen en NICs zal in belangrijke mate worden bepaald door hun wederzijdse specifieke kwaliteiten. Zo zullen taakonderdelen die een beroep doen op kwaliteiten waar NICs in uitblinken minder (of minder volledig) door mensen beheerst hoeven te worden. Die kwaliteiten liggen bijvoorbeeld op het gebied van dataverwerkingscapaciteit, betrouwbaarheid, dienstbaarheid, connectiviteit en voortzettingsvermogen. Aan de andere kant hebben NICs, ten opzichte van de mens, ook specifieke beperkingen, zoals op het gebied van de sociale communicatie. Menselijke teamleden zullen ook goed met deze beperkingen van NICs overweg moeten kunnen, i.e. door extra training. Op basis van de kwaliteiten van mensen kun je concluderen dat mensen waarschijnlijk beter geschikt zijn voor een breed scala aan cognitieve en sociale taken onder een diversiteit aan (onvoorziene) omstandigheden en gebeurtenissen.

Op basis van een overzicht van de (voorziene) kwaliteiten en beperkingen van mensen en NICs resulteert dit rapport in een aantal generieke leerdoelen en leerprincipes die van belang zijn voor toekomstige mens-NIC samenwerking. Daarbij is aangegeven welke generieke leerdoelen echt nieuw zijn, welke generieken leerdoelen meer en welke minder nadruk dienen te krijgen. Globaal komt hieruit naar voren dat een aantal perceptief-motorische en procedurele leerdoelen, evenals leerdoelen op het gebied van feiten kennis en sociale vaardigheden wat meer nadruk zullen krijgen. Echt nieuwe competenties zullen moeten worden ontwikkeld op het gebied van inhoudelijke kennis, cognitieve vaardigheden, affectieve vaardigheden, attitudes en omgevingsbewustzijn/aanpassingsvermogen. Wat vooral van belang lijkt is dat menselijke teamleden begrip en inzicht krijgen (een mentaal model ontwikkelen) van de onderliggende systeemeigenschappen van de NIC, i.e. het 'denken' en presteren van de NIC op basis van hun andersoortige intelligentie (we noemen dat “AI-aware humans”).

Op basis van de leerdoelen zijn leerprincipes geformuleerd waaraan O&T, gericht op het (samen)werken met NICs, moet voldoen. Het belangrijkste van deze principes is dat het leren van de menselijke teamleden meer gericht moet zijn op 'far transfer'; of 'schema-based transfer'. Dit impliceert dat de leerling inzicht krijgt in het hoe-en-waarom op basis van 'Learning by Thinking'. Hij leert dan voorspellen of bepaalde acties, ook buiten de gebruikelijke context en in onverwachte situaties, al of niet effectief zullen zijn. Aan de andere kant moet de mens leren samenwerken met de NIC. Omdat een NIC andere kwaliteiten meebrengt en daardoor mogelijk een andere rol in een team vervult dan een mens wordt verwacht dat dit consequenties heeft voor leerdoelen op het gebied van de teamontwikkeling.

Eén van de verwachtingen is dat in hybride teams de mens een belangrijke rol zal moeten blijven spelen bij gebeurtenissen die weinig voorkomen, zoals emergencies of andere onverwachte gebeurtenissen. Deze weinig voorkomende situaties zijn vaak complex en *ill-structured*. Het kennen en doorlopen van vaste procedures, waar een NIC goed in is, biedt dan veelal geen soelaas. De beste manier van handelen start idealiter met het opbouwen van een diep begrip van de situatie. Omdat de mogelijkheden om dit 'live' te trainen steeds meer beperkt worden of moeilijk te realiseren zijn, kan daarbij goed gebruik worden gemaakt van alternatieven, zoals synthetische leeromgevingen.

Summary

It is expected that intelligent systems will be more able to take over complex tasks from people and will increasingly fulfill the role of team members within human teams, in the not too distant future. In those cases we speak of Non-human Intelligent Collaborators (NICs). The present report describes the results of one of the four first sub-projects in the research program "BIHUNT Behavioral Impact of Human and Non-Human collaborator intelligent teaming" (V1719). This subproject answers the question: What consequences for Education and Training (in Dutch O&T) should the Dutch Defense take into account if military personnel and NICs work together as a team? This is done by connecting current knowledge of AI, human-machine interaction, philosophy of technology, cognitive psychology, team collaboration, and pedagogy in a literature review. Also workshops and discussions were held, debates were followed and future scenarios were studied. This has resulted in an overall vision of how we think human NIC teams will operate in the future, which generic changes in learning goals for human team members may follow, and what kind of general learning principles may become important.

The cooperation and task allocation between people and NICs will to a large extent be determined by their mutual specific qualities. For example, task components that appeal to NIC qualities, may require less human control. These NIC qualities are, for example, in the field of data processing capacity, reliability, service, connectivity, and endurance. On the other hand, NICs also may have specific limitations as compared to humans, e.g., limited social communication skills. Human team members will also have to get along well with these, i.e., through extra training. On the basis of human qualities, people are probably better suited for a wide range of cognitive and social tasks under a variety of (unforeseen) circumstances and events.

Based on an overview of the (anticipated) qualities and limitations of people and NICs, this report results in a number of generic learning objectives and learning principles that are important for future human-NIC collaboration. In doing so, it is indicated which generic learning objectives are really new, which generic learning objectives should receive more emphasis, and which may need less. Overall, this shows that a number of perceptive-motor and procedural learning goals, as well as learning objectives in the field of knowledge of facts and social skills will need a bit more emphasis. Real new competences will have to be developed in the field of substantive knowledge (with respect to content), cognitive skills, affective skills, attitudes and environmental awareness/adaptability. What is especially important is that human team members get understanding and insight (developing a mental model) of the underlying system properties of the NIC, i.e. 'thinking' and performing the NIC on the basis of their different intelligence (we call that "AI- aware humans").

Learning principles have been formulated on the basis of the changing learning objectives aimed at working with NICs. The most important of these principles is that the learning of the human team members must focus more at 'far transfer'; or 'schema-based transfer'. This implies that the pupil gains insight into the how-and-why, on the basis of 'Learning by Thinking'. On this basis, he can predict whether certain actions, even outside the usual context and in unexpected situations, will be effective or not. On the other hand, people must learn to cooperate with the NIC.

Because NICs have other qualities than humans and thus probably will have different roles in a team than humans, this is expected to have consequences for the team development training goals

One of the expectations is that in hybrid teams the human collaborators will have to continue to play an important role in events that infrequently occur, such as emergencies or other expected events. Unfrequently occurring situations, such as emergencies, are often complex and ill-structured. Knowing and going through fixed procedures usually does not offer a good solution. The best thing then is to build a deep understanding of the situation. Because the possibilities for live training are becoming less available or are difficult to realize, synthetic learning environments may be a good alternative.

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|---|-----------|
| | Samenvatting | 2 |
| | Summary | 4 |
| 1 | Inleiding | 7 |
| 1.1 | Achtergrond | 7 |
| 1.2 | Doel..... | 7 |
| 1.3 | Scope..... | 8 |
| 1.4 | Aanpak..... | 8 |
| 1.5 | Leeswijzer..... | 10 |
| 2 | De inzet van NICs in de toekomst | 11 |
| 2.1 | Wat verstaan we onder NICs?..... | 11 |
| 2.2 | Visie ten aanzien van samenwerking tussen mensen en NICs | 12 |
| 3 | Kwaliteiten en beperkingen van NICs en mensen | 14 |
| 3.1 | Fysieke kwaliteiten..... | 14 |
| 3.2 | Cognitieve verwerkingscapaciteit | 15 |
| 3.3 | Cognitieve biases | 16 |
| 3.4 | Empathie en inlevingsvermogen | 17 |
| 3.5 | Voorspelbaarheid en transparantie | 19 |
| 3.6 | Creativiteit..... | 20 |
| 3.7 | Adaptiviteit | 21 |
| 3.8 | Kwaliteiten van NICs en van mensen samengevat | 22 |
| 4 | Samenwerking tussen mensen en NICs in teamverband | 25 |
| 4.1 | Componenten van militair teamfunctioneren | 25 |
| 4.2 | De rol van NICs binnen functionerende teams..... | 29 |
| 5 | Generieke leerdoelen | 31 |
| 5.1 | Inleiding | 31 |
| 5.2 | Psychologisch taaktypen | 31 |
| 5.3 | Overzicht m.b.t. (veranderingen in) generieke leerdoelen | 39 |
| 5.4 | Toetsen d.m.v. gaming | 42 |
| 6 | Algemene leerprincipes | 47 |
| 6.1 | Didactiek voor het aanleren van de generieke leerdoelen | 47 |
| 6.2 | Teamontwikkeling (lerende teams en hun opwerking) in het algemeen | 50 |
| 7 | Conclusies | 52 |
| 7.1 | Kwaliteiten van mensen en NICs..... | 52 |
| 7.2 | Teamfunctioneren..... | 53 |
| 7.3 | Generieke leerdoelen | 53 |
| 7.4 | Leerprincipes | 54 |
| 8 | Referenties | 56 |

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Recente ontwikkelingen laten zien dat systemen door technieken uit de robotica en kunstmatige intelligentie (KI) ontzettend slim gemaakt kunnen worden. Allerlei dingen waarvan vroeger werd gedacht dat ze onmogelijk waren (zoals gezichts-herkenning) zijn inmiddels al mogelijk gebleken. Soms leidt de inzet van die technieken tot prestaties van systemen die *grosso modo* vergelijkbaar zijn aan die van de mens (bijvoorbeeld zelfrijdende auto's); soms leidt het zelfs tot prestaties die voor de meeste mensen niet is weggelegd (bijvoorbeeld de overwinningen van KI-systemen op kampioenen in schaak, Go en poker). De meeste experts schatten in dat KI op niet al te lange termijn op nog veel meer gebieden de mens zal gaan evenaren en overtreffen (Boulanin & Verbruggen, 2017, Tegmark, 2017). Ze zullen dan een grote diversiteit aan complexe taken van ons kunnen overnemen die tot nu toe uitsluitend aan de mens waren voorbehouden. Daarbij valt te verwachten dat intelligente systemen in de nabije (of wat verdere) toekomst steeds meer in de rol van teamlid binnen menselijke teams gaan opereren, in plaats van alleen als hulpmiddel. Dit zal vooral een aanvullende rol zijn, waarin wordt gekapitaliseerd op die capaciteiten waarin deze systemen (t.o.v. mensen) relatief sterk zijn. In dergelijke gevallen kunnen we spreken van Non-human Intelligent Collaborators (NICs). Wat we precies verstaan onder de term NIC leggen we uit in hoofdstuk 2. Kern is dat we specifiek kijken naar kunstmatige intelligente systemen die een zekere mate van samenwerking met mensen hebben. Hiermee wordt ook wel gerefereerd naar het vakgebied 'mens-machine teaming'.

Ook in militaire operaties en conflicten is de verwachting dat dergelijke systemen in de nabije toekomst alleen maar vaker, meer en dominanter ingezet gaan worden. Je kunt dan denken aan intelligente ondersteuning van besluitvormingsprocessen, maar ook aan meer praktische bewakings-, verkennings-, logistieke- en medische taken. Hoewel het moeilijk te voorspellen is wat er dan precies gaat veranderen, is wel zeker dat de intensiteit, diversiteit en frequentie van interacties tussen mens en NIC toe zullen nemen.

Het onderzoeksprogramma *BIHUNT Behavioural Impact of Human and Non-human intelligent collaborator (NIC) Teaming (V1719)* heeft als doelstelling de verwachte psychologische en sociale effecten van het door Nederland inzetten van NICs op (direct) betrokken militairen in een operationele omgeving in kaart te brengen. Tevens wordt onderzocht met welke organisatorische implicaties Defensie rekening moet houden om tot een effectieve en veilige operationele inzet van NICs te komen. Een belangrijk onderdeel van de verwachte implicaties van inzet van NICs behelst Opleiding en Training (O&T) van militair personeel die met NICs zullen gaan (samen)werken, het onderwerp waarop dit rapport is gericht.

1.2 Doel

Het doel van het project 'Consequenties voor opleiding en training door inzet van NICs', is kennisopbouw over de mogelijke veranderingen die Defensie te wachten staat als NICs in de toekomst worden ingezet in teamverband. De volgende onderzoeksvraag staat centraal:

Met welke consequenties voor Opleiding en Training moet de Nederlandse Defensie rekening houden als militairen en NIC's in teamverband gaan samenwerken?

In het huidige rapport presenteren we de resultaten van de *eerste stap* naar het beantwoorden van deze onderzoeksvraag. Het bevat de visie en theoretische kennisbasis die in vervolgpilots en experimenten naar vernieuwende trainingsconcepten gebruikt zal worden. De volgende vragen worden in dit rapport beantwoord:

- 1 Wat voor generieke leerdoelen kunnen we verwachten voor militairen als zij gaan samenwerken met NIC's?
 - a. Welk type leerdoelen zullen meer of minder nadruk krijgen, gegeven de verwachting dat de taakverdeling binnen teams zal veranderen op basis van kwaliteiten en beperkingen van zowel mens als NIC?
 - b. Wat zijn nieuwe leerdoelen om met NIC's te leren samenwerken?
- 2 Welke algemene leerprincipes zijn van belang voor de generieke leerdoelen?

1.3 Scope

Met elk nieuw (intelligent) systeem dat wordt geïntroduceerd moet je leren werken, denk maar aan het leren van hoe een interface werkt. Dergelijke type leerdoelen die bij vernieuwingen horen zijn de afgelopen decennia al voortdurend aan de orde, en daarmee niet wezenlijk nieuw. In ons onderzoek focussen we daarom met name op mogelijke *nieuwe* sociale, psychologische en organisatorische aspecten van de mens-NIC samenwerking. Denk bijvoorbeeld aan communicatie en interactie tussen mensen en NICs, aspecten van teamfunctioneren en teamontwikkeling, en verdeling van taken en verantwoordelijkheden die past bij de verschillende kwaliteiten en beperkingen van mensen en NICs. Tevens is het belangrijk te benadrukken dat we specifiek kijken naar generieke leerdoelen van de mens (de militair) in mens-NIC teams. Buiten de scope van dit rapport valt daarom wat een NIC wél en niet moet kunnen. Dit laatste heeft vooral impact op het werk van de programmeur/ontwerper van het systeem. Het vraagstuk welke eisen met het oog op een goede samenwerking gesteld moeten worden aan de (lerende) NIC staat wél centraal in een ander deel van het BIHUNT onderzoeksprogramma. In dit rapport hebben we het voornamelijk over 'de militair' in zijn algemeenheid. Dat is voor de toekomst natuurlijk een te breed begrip om specifieke leerdoelen te formuleren en op basis daarvan een leerconcept te ontwikkelen. We proberen daarom aan het slot van hoofdstuk 5 over de generieke leerdoelen alvast een doorkijkje te geven naar verschillen tussen manschappen, onderofficieren en officieren.

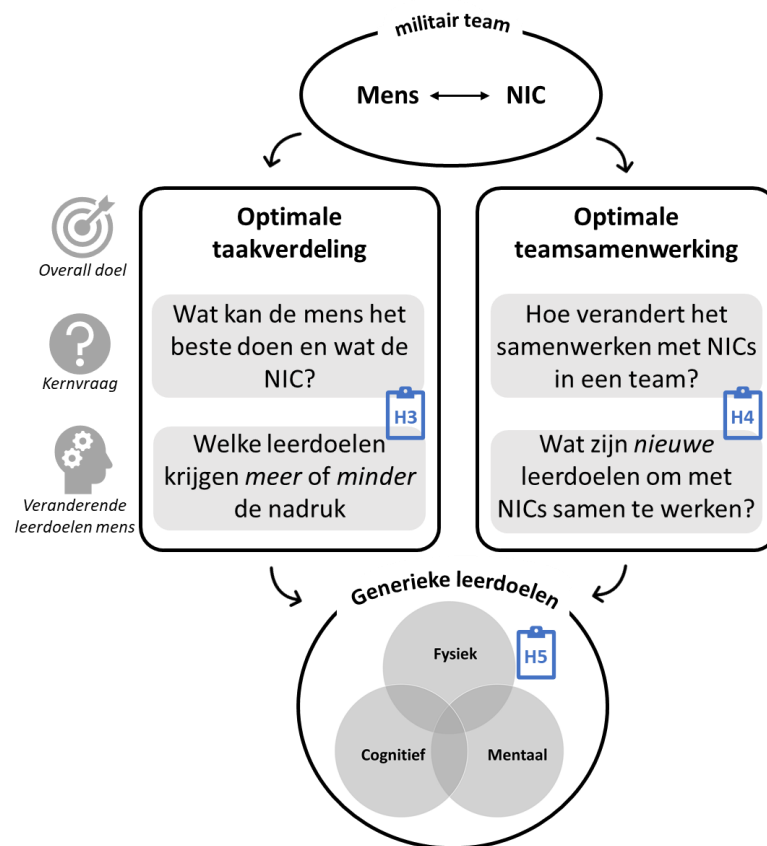
1.4 Aanpak

Voor de bovengenoemde vragen 1 en 2 is het onmogelijk een 'wetenschappelijk bewezen' antwoord te geven. We weten immers niet hoe de toekomst er uit gaat zien. Wél kunnen we een wetenschappelijk onderbouwd 'best guess' doen door de huidige kennisgebieden van KI, mens-machine interactie, techniekfilosofie, cognitieve psychologie, teamsamenwerking, en onderwijskunde met elkaar te verbinden. Dit hebben we gedaan door literatuuronderzoek en vele discussies, zowel intern in het team als met experts vanuit bovengenoemde kennisgebieden.

Ook hebben we ons laten inspireren door het lezen van militaire toekomstscenario's en het volgen van debatten naar gebruik van algoritmen in uiteenlopende vakgebieden (ook buiten Defensie). Het heeft geresulteerd in een beargumenteerde visie over hoe we denken dat mens-NIC teams zullen functioneren in de toekomst, wat voor veranderende leerdoelen dit in generieke zin tot gevolg heeft voor de militair en wat voor algemene leerprincipes hiervoor van belang zijn.

1.4.1 Werkwijze om tot generieke leerdoelen te komen

Generieke leerdoelen worden naar verwachting op twee manieren door de samenwerking met NICs beïnvloed. Enerzijds kunnen we *accentverschillen* verwachten, omdat taken zullen verschuiven als we optimaal gebruik gaan maken van de capaciteiten van NICs in teams. Sommige leerdoelen zullen in de toekomst dus meer nadruk krijgen en andere minder. Anderzijds verwachten we *nieuwe* generieke leerdoelen, want we zullen moeten leren samenwerken met NICs. De NIC is geen 'ander type mens', het redeneert en werkt op een geheel andere manier dan de mens. Dat is juist de kracht. Maar hoe kunnen wij de mens hier het beste op voorbereiden? Deze twee genoemde perspectieven om tot generieke leerdoelen te komen zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Stappen om tot generieke leerdoelen te komen.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de (programma-brede) visie op de inzet van NICs in de toekomst. We leggen uit wat we verstaan onder NICs en hoe we denken dat deze worden ingezet. Hoofdstukken 3, 4 en 5 zijn ook weergegeven in Figuur 1. Hoofdstuk 3 gaat in op een aantal thema's waarin de belangrijkste verschillen in kwaliteiten en beperkingen tussen mensen en NICs duidelijk worden. In Hoofdstuk 4 zijn de implicaties voor samenwerking tussen mensen en NICs in teams uitgewerkt. Dit leidt tot een opdeling in generieke leerdoelen in Hoofdstuk 5. Als kapstok maken we gebruik van een taxonomie van psychologische taaktypen, waarin we differentiëren tussen fysieke, cognitieve en mentale leerdoelen. In Hoofdstuk 6 worden een aantal algemene leerprincipes behandeld die relevant zijn voor de generieke leerdoelen. Tot slot vatten we onze belangrijkste conclusies en visie samen in Hoofdstuk 7.

2 De inzet van NICs in de toekomst

2.1 Wat verstaan we onder NICs?

NIC staat voor Non-Human Intelligent Collaborator. De term is in het kader van het BIHUNT onderzoeksprogramma nieuw in het leven geroepen om een duidelijke focus in het onderzoek te brengen. Dat wil zeggen, we beschouwen specifiek intelligente kunstmatige systemen die als onderdeel van een team functioneren. Dit is nog toekomstmuziek, want hoe intelligent huidige systemen ook nu al zijn in bepaalde domeinen, we zien deze vaak nog als slim hulpmiddel of als vervanging van taken die voorheen door mensen werd gedaan. In het programma is de volgende definitie van een NIC gegeven:

“A NIC is an artificial entity which is able to autonomously engage with its environment in direct interaction, involvement and/or interdependency with humans and other artificial entities in order to meet a certain objective. Besides deciding and acting on an individual basis, both the human and the artificial entity complement each other’s decision-making process and actions. In order to do so, they must be able to understand complex ideas (relative to the activity), to adapt effectively to the environment, and to combine task related- with social and team related skills that enable effective and efficient collaboration” (Lamballais Tessensohn, van der Vecht & Eikelboom, 2018).

In de definitie wordt duidelijk dat we kijken naar die samenwerkingsvormen waarin de mens niet meer per definitie de lead heeft bij het maken van beslissingen of uitvoeren van acties. Mensen en NICs complementeren elkaar door slim gebruik te maken van elkaars kwaliteiten. Van de NIC vraagt dit om méér intelligentie dan nu bij KI systemen het geval is, bijvoorbeeld in het kunnen redeneren vanuit een ‘hogere doel’ in plaats van heel taakspecifiek (zoals bijvoorbeeld puur gezichtsherkenning) of in het zich kunnen verplaatsen in het denken van mensen. De lijst met criteria om te kunnen spreken van een NIC is vele malen langer dan hier boven gesteld, en is verder uitgewerkt in Eikelboom et al., (2018). Hierin is ook een overzicht gegeven van verschillende dimensies om NICs te kunnen typeren. Dit zijn: 1) verschijningsvorm, 2) type taken en rollen, en 3) interactiekenmerken. We gaan hier niet in detail in op alle mogelijke opties, maar de volgende kenmerken geven als lezer van dit rapport wat meer beeldvorming:

- Een NIC kan zowel een fysieke verschijningsvorm hebben (zoals een robot) als een softwarematige verschijningsvorm (zoals een algoritme of digitale avatar), als ook een combinatie daarvan.
- Voor een goede samenwerking moeten NICs kunnen interacteren met mensen. Dit betekent niet alleen communiceren maar bijvoorbeeld ook een beslissing of actie kunnen uitleggen. Dit laatste kan goed zijn voor het vertrouwen van mensen in de NIC.
- Een NIC heeft een zeker mate van autonomie in die zin dat het zelf tot (zinnvolle of betekenisvolle) beslissingen kan komen. Hoewel we de interactie en samenwerking met de mens juist benadrukken, betekent dit dat de intelligentie dusdanig hoog is dat het in principe ook zonder de mens tot een zinnvolle beslissing kan komen. Om dit effectief te kunnen moet een NIC in staat zijn om de omgeving en het team doel te begrijpen.

2.2 Visie ten aanzien van samenwerking tussen mensen en NICs

Tot op heden was binnen de KI en robotica de gangbare praktijk nog: *automatiseren wat technisch mogelijk is, wat overblijft is voor de mens*. Dit wordt goed duidelijk als je kijkt naar een classificatie van automatisering van Sheridan (2002). Hij onderscheidt 10 niveaus van automatisering:

- 1 Computer offers no assistance; human does it all
- 2 Computer offers a complete set of action alternatives
- 3 Computer narrows the selection down to a few choices
- 4 Computer suggests a single action
- 5 Computer executes that action if human approves
- 6 Computer allows the human limited time to veto before automatic execution
- 7 Computer executes automatically then necessarily informs the human
- 8 Computer informs human after automatic execution only if human asks
- 9 Computer informs human after automatic execution only if it decides to
- 10 Computer decides everything and acts autonomously, ignoring the human.

De indeling wordt binnen het KI domein nog steeds veelvuldig gebruikt, en duidt op een soort 'overname' van taken door een systeem naarmate de technische mogelijkheden en daarmee de intelligentie toeneemt. Het is echter de vraag of dit perspectief nog langer gewenst is, gezien de explosieve technische ontwikkelingen van de laatste jaren. Steeds meer wetenschappers vragen zich af of het wel zinvol is om maar alles te automatiseren en robotiseren wat technisch zou *kunnen*, en dus de taakverdeling tussen mens en techniek in feite te (laten) dicteren. In plaats daarvan kan je ook kijken naar wat je zou *willen* (bijvoorbeeld Tegmark, 2017; Korteling, van Meer, van Dongen & Kester, in druk). In andere woorden, op welke wijze NICs kunnen bijdragen aan het optimaal functioneren *én welzijn* van mensen (in een team). Dat raakt aan een lange-termijn visie van hoe we ons werk en leven van de toekomst willen vormgeven. Voor goed functionerende collaboratieve robotica en voor goed functionerende mensen en teams van mensen en NICs, zal in het ontwerp van NICs rekening gehouden moeten worden met de mens. Met zijn natuurlijke sterke en minder sterke punten, maar ook wat voor taken we simpelweg wel en niet willen blijven doen. De mens wordt daarmee meer beschouwd als startpunt voor ontwerp en dus niet als sluitpost aan wie resttaken worden toebedeeld die nog niet goed kunnen worden geautomatiseerd of gerobotiseerd.

Het is op die manier mogelijk om een aantal globale uitgangspunten voor de mens-NIC taakverdeling en samenwerking te formuleren. Wat je het liefst aan NICs wilt overlaten zijn taken: 1) waar wij als mensen in principe niet goed in zijn en NICs beter of goed, 2) die niet goed of gezond voor ons zijn, of 3) die we (van nature) onprettig vinden, c.q. waar we ongelukkig van worden.

Een voorbeeld van het eerste uitgangspunt is de rekenkracht van NICs of hun onvermoeibaarheid en voortzettingsvermogen (ze hoeven niet uit te rusten of te slapen). Andere principes of randvoorwaarden voor taakverdeling kunnen ontleend worden aan de evolutionaire psychologie en de biologische en psychofysiologische 'hardware' van de mens. Zo is zittend en statisch werk op de lange termijn door de bank genomen ongezond voor mensen. Voorts is het van belang te blijven kijken in de aanvullende sfeer: wat kunnen NICs makkelijk aanvullen en versterken?

Tot slot kan er mogelijk expliciet een afbakening worden gemaakt: “tot hier en niet verder; welke taken, deeltaken of aspecten blijven (per definitie, noodzakelijk of wellicht ethisch gezien) mensenwerk?” De bottomline is dat de verschillende intelligenties van mensen en van NICs elkaar in principe zeer effectief kunnen aanvullen. Hierbij dient de NIC volledig in dienst te staan van de mens. Hij zal de mens op zoveel mogelijk manieren moeten aanvullen (en meer dan dat) met name op die gebieden waar de mens van nature tegen zijn cognitieve (capaciteits) beperkingen aanloopt. In het volgende hoofdstuk gaan we dieper in op de verschillende kwaliteiten en beperkingen van zowel mensen als NICs.

3 Kwaliteiten en beperkingen van NICs en mensen

Samenwerking tussen mensen en NICs betekent vaak ook dat de taak van de mens, zoals we die nu kennen, zal veranderen. Een verandering om de samenwerking met de NIC te optimaliseren kan zijn dat de mens zijn specifiek menselijke kwaliteiten en competenties extra zal moeten gebruiken en daar nóg beter in zal moeten worden. Daar staat dan tegenover dat de taken of competenties die, op basis van specifieke kwaliteiten van NICs, aan NICs worden overgedragen geleidelijk aan steeds minder (of minder volledig) door mensen beheerst hoeven te worden. Dit hoofdstuk gaat dieper in op de mogelijke en in eerste instantie meest waarschijnlijke verschillen tussen mensen en NICs met betrekking tot informatieverwerking en taakuitvoering. Op dit gebied inventariseren we gedragsaspecten, eigenschappen en kenmerken ('kwaliteiten') waarin mensen en NICs elkaar (kunnen) overtreffen.

3.1 Fysieke kwaliteiten

Fysieke fitheid en fysieke kracht zijn van belang bij het uitvoeren van zwaar fysiek werk, al dan niet in teamverband. Dit kan nog eens extra worden verzaamd door allerlei (belastende) omstandigheden of de tijdsduur dat het moet worden volgehouden. NICs zijn machines en kunnen als zodanig veel meer fysieke kracht en voortzettingsvermogen leveren dan mensen. Ze kunnen ook niet lijden en staan dus volledig, zonder eigenbelang en/of "ego", ten dienste van de mens. Als mensen en NICs samenwerken zullen waarschijnlijk niet mensen de fysiek zwaarste taken uitvoeren, maar NICs omdat deze hier geschikter voor zijn. In principe kunnen NICs veel menselijke fysieke beperkingen opvangen.

Dat zal mogelijk minder duidelijk gelden voor *perceptief-motorische taken* die fysiek minder belastend zijn. Perceptief-motorische taken hebben, ten opzichte van fysiek zwaar of belastend werk, meer betrekking op het verbeteren van, en op elkaar afstemmen van, waarneming (inclusief proprioceptie) en motoriek. Soms ligt de nadruk op het perceptieve element; soms op het motorische, maar meestal op de afstemming tussen beide (Korteling, van den Bosch & Voogd, 2016). Bij inspectie, sonar- of radar taken bijvoorbeeld ligt de nadruk op de waarnemingscomponent (patroonherkenning) met triviale motor componenten. Bij "sluipen" ligt de nadruk op de motorische component. Bij "schieten met een handvuurwapen" en bij "besturing van een mobiel platform (voertuig, vliegtuig)" zijn zowel de perceptieve als de motorische aspecten belangrijk. Mensen zijn van nature goed in perceptief-motorische taken en het herkennen van structuur en patronen in veelsoortige informatie en zullen NICs op dergelijke vlakken waarschijnlijk nog geruime tijd voorblijven. NICs kunnen daarentegen makkelijker dan mensen worden uitgerust met allerlei extra sensorsystemen, zoals infrarood camera's. Het is op dit moment nog niet goed mogelijk te voorspellen hoe de technologie zich op dit gebied zal ontwikkelen en bij welke taken en onder welke omstandigheden NICs de mens zullen gaan overtreffen. Wel kan worden gesteld dat het samenwerken met NICs doorgaans geen specifiek hoge eisen zal stellen aan perceptief-motorische capaciteiten van mensen.

Op sommige vlakken zullen perceptief motorische taken door NICs kunnen worden overgenomen. Die taken hoeven mensen dan minder te beheersen. Verder zal er weinig veranderen.

3.2 Cognitieve verwerkingscapaciteit

De mensheid kent zichzelf als de entiteit met de hoogste intelligentie ooit in het universum waargenomen. In het verlengde daarvan zien wij onszelf graag als rationele wezens die in staat zijn om onder allerlei omstandigheden (tijdsdruk, onzekerheid, complexe omstandigheden) cognitieve problemen adequaat op te lossen. Deze perceptie gaat niet altijd op (zie bijvoorbeeld Kahneman, 2011; Korteling, Brouwer & Toet, 2018; Shafir & LeBoeuf, 2002). De biologische/neurale intelligentie (ons brein) is primair geëvolueerd voor biologische regulatie, het uitvoeren van perceptief motorische taken en het (mede daarmee) overleven als jager-verzamelaar (Korteling, Brouwer & Toet, 2018). De evolutie van 'hogere' cognitieve functies staat nog maar in de kinderschoenen. De vermogens van NICs op het gebied van dataverzameling, dataverwerking en rekencapaciteit zijn veel groter dan die van mensen (Boulanin & Verbruggen, 2017; Russell & Norvig, 2014).

Hieronder vatten we enkele inzichten uit de psychologie en cognitive neuroscience samen die onze menselijke beperkingen op het gebied van de cognitieve informatieverwerking nog verder onderstrepen:

- Vrijwel alles wat er in ons brein gebeurt is onbewust en introspectief niet of nauwelijks toegankelijk. We zijn ons voornamelijk bewust van de *resultaten* van al die onbewuste processen (Kahneman, 2011).
- De hoeveelheid cognitieve informatie die we bewust kunnen verwerken (ons werkgeheugen, span of attention) is zeer beperkt (Simon, 1955). Van de ca 10 miljoen bit aan zintuiglijke informatie die ons brein iedere seconde te verwerken krijgt kan slechts ca 10-50 bits bewust worden verwerkt. Dit wijst erop dat het deel van de informatieverwerking waarvan we ons bewust zijn slechts het topje (één miljoenste) van een ijsberg is (Tegmark, 2017, Bostrom, 2014).
- De meeste cognitieve taken vereisen onze volle aandacht en we hebben doorgaans veel tijd nodig om ze uit te voeren. Dan nog vinden we ze vaak moeilijk en kost het ons veel inspanning om ze correct en nauwkeurig uit te voeren. Als we iets moeten uitrekenen dan doet iedere eenvoudige zakcalculator dat vele duizenden keren keer sneller (Tegmark, 2017).
- We kunnen taken die aandacht vragen onmogelijk simultaan uitvoeren. Multi-taken kunnen we dus feitelijk niet en we kunnen dit slechts benaderen door onze met onze aandacht tussen taken te switchen (wat normaliter inefficiënt, ineffectief en vermoeiend is) of heel lang te trainen zodat deeltaken worden 'geautomatiseerd'. Dat laatste kan echter alleen als de taken geen beroep doen op dezelfde onderliggende verwerkingsmechanismen (Korteling, 1994).
- Bij het leren van kennis en vaardigheden hebben mensen te kampen met verval daarvan door de tijd heen ('retentie'). Dit geldt het sterkst voor procedurele vaardigheden. Dat zijn vastliggende gedrags- of handelingspatronen die bestaan uit een geordende reeks afzonderlijke stereotype acties. Voor cognitieve vaardigheden is de retentie beter. Voor perceptief-motorische vaardigheden blijven door de tijd heen verreweg het best in stand. Biologische breinen hebben sowieso te maken met verval, afbraak en verandering, zowel op de korte termijn (uren) als op de lange termijn (decennia), terwijl digitale breinen daar juist nauwelijks mee te kampen hebben (Bostrom, 2014).

- **Connectiviteit:** NICs kunnen als computer-systemen makkelijk met elkaar worden verbonden en als zodanig deel uitmaken van één geïntegreerd systeem. Op die manier hoeven NICs niet als individuele entiteiten te worden gezien; ze kunnen makkelijk beschikken over alle beschikbare kennis (i.t.t. bijvoorbeeld artsen als er een nieuwe ziekte wordt ontdekt) en als twee NICs met een taak bezig zijn dan is de kans zeer klein dat ze een fout maken doordat ze slecht met elkaar communiceren (denk aan gewone vs autonome voertuigen die een kruispunt naderen). Ze zijn immers onderdeel van hetzelfde algoritme (Bostrom, 2014; Gerla, Lee & Pau, 2014).
- **Updatebaarheid en opschaalbaarheid:** KI systemen zijn eenvoudig up to date te houden, op te schalen en/of te reconfigureren, zodat ze over de juiste algoritmen beschikken en de dataverwerkings- en opslag capaciteiten krijgen die nodig zijn om bepaalde (nieuwe) taken uit te voeren. Als NICs eenmaal over bepaalde kwaliteiten beschikken (bijv door machine learning) kunnen er vervolgens naar behoefte kopieën worden gemaakt. Dit is natuurlijk veel efficiënter dan het steeds weer opnieuw moeten opleiden en trainen van mensen. Dit 'klonen' heeft als bijkomend voordeel dat ze identiek zijn, waardoor de communicatie en samenwerking, zowel onderling (zie ook vorig punt) als met mensen wordt vergemakkelijkt (Bostrom, 2014; Harari, 2018).

Al met al zijn de capaciteiten van ons brein voor het uitvoeren van “hogere” cognitieve taken op diverse vlakken beperkt. De consequenties hiervan worden met de opkomst van sensor- en informatietechnologie en met het toenemende belang van dataverwerking in het algemeen steeds meer doorslaggevend.

3.3 Cognitieve biases

Behalve door haar beperkte verwerkingscapaciteit worden menselijke cognitieve vermogens gekenmerkt door *cognitieve biases* (Tversky and Kahneman, 1974). Dit zijn specifieke, universeel voorkomende wijzen van denken en redeneren die niet voldoen aan de regels van logica, kansberekening en plausibiliteit en die bij vrijwel alle mensen op dezelfde manier onder dezelfde soort omstandigheden plaatsvinden (Kahneman, 2011; Korteling, Brouwer & Toet, 2018; Shafir and LeBoeuf, 2002). Daarbij kan worden gedacht aan:

- informatie zo interpreteren dat deze met onze bestaande opvattingen overeenkomt;
- het “zien” van allerlei (causale) schijnverbanden;
- een totaalbeeld van iets vormen o.b.v. een enkel opvallend aspect of een eerste indruk;
- de voorspelbaarheid van succes of falen achteraf ('hindsight') te hoog inschatten;
- te veel vertrouwen hebben in een mening of voorspelling op basis van beperkte set consistente informatie;
- Een slecht gevoel voor toeval, kansberekening en statistiek in het algemeen.

Deze biases worden meestal beschreven op basis van het Dual Processing Model (Evans, 2008; Kahneman, 2003; 2011). Dit model gaat ervan uit dat de manier waarop mensen informatie verwerken op twee manieren kan plaatsvinden: de eerste manier (Systeem 1 of Type 1 denken) werkt snel, automatisch onbewust en vereist weinig inspanning, de tweede denkwijze (Systeem 2 of Type 2 denken) is langzamer, bewust en het vergt concentratie en inspanning.

Hiervoor worden ook vaak de termen “heuristisch” respectievelijk “analytisch” gebruikt. Biases worden deels veroorzaakt door inherente basiskenmerken van het brein als neurale netwerk (Korteling, Brouwer & Toet, 2018). Daarnaast kunnen ze worden veroorzaakt door evolutionaire principes die van waarde waren voor de overleving van onze voorouders die, als jager-verzamelaars, in kleine hechte groepen leefden (Haselton et al., 2009; Korteling et al., 2017; Tooby & Cosmides, 2005).

Onder normale omstandigheden denken we heuristisch, op de Systeem 1 manier. Het analytische Systeem 2 denken wordt pas gemobiliseerd om ondersteuning te bieden als Systeem 1 in de problemen raakt, bijvoorbeeld bij onzekerheid als er een moeilijke som moet worden uitgerekend of een lastige beslissing moet worden genomen (Kahnemann, 2011). In dat geval probeert de beslisser zo goed mogelijk bewust te redeneren volgens zijn regels van logica, rekenkunde en statistiek. Zoals we in de vorige sectie lieten zien is dat laatste moeilijk, vergt inspanning en kost veel tijd (Evans, 2006; 2008; Kahnemann & Frederick, 2002; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000). Als deze interventie niet, of niet goed plaatsvindt, dan kan heuristische informatieverwerking makkelijk leiden tot gebiaste uitkomsten (Evans, 1984; Evans, 1989). Heuristisch denken is ook gevoeliger voor allerlei gevoelsmatige, associatieve voorkeuren en emoties en voor beïnvloeding en manipulatie door externe actoren (Korteling et al., 2016; van den Bosch & Toet, 2018). De oordeels- en besluitvorming op basis van Systeem 1 denken blijkt vaak wél effectief in zeer vertrouwde, alledaagse situaties of domeinen waarmee mensen veel ervaring hebben of waarin ze expertise hebben opgebouwd. Experts en ervaringsdeskundigen vertrouwen doorgaans ook op Systeem 1, maar stappen adequaat over op Systeem 2 bij beslisproblemen in hun expertisegeried waarmee zij niet, of minder bekend zijn. Deze adequate werkwijze van experts wordt ‘expertise-based intuition’ genoemd (Salas et al., 2009; van den Bosch & Toet, 2018).

Belangrijk is dat de NIC kwaliteiten vooral gerelateerd zijn aan analytisch, rationeel en bewust denken (Systeem 2), waarvoor mensen juist weinig capaciteit hebben (zie vorige sectie)¹. Dat biedt goede perspectieven voor inzet van NICs, namelijk om in onzekere situaties onder tijdsdruk toch snel en op basis van formele beslisregels en/of logica en statistiek tot analytische besluiten te komen. Een mogelijk probleem is dat daarbij wel zoveel mogelijk alle relevante gegevens en factoren in de besluitvormingsproces moeten worden meegenomen. Bij NICs kan het de vraag zijn in hoeverre hun interne programma voldoende verfijnd of geavanceerd is om dat goed te kunnen doen. Mensen kunnen in onduidelijke of totaal nieuwe situaties dan vaak beter aanvoelen (‘intuïtie’) en/of gebruik maken van contextuele informatie om tot bevredigende oplossingen te komen (van den Bosch & Toet, 2018).

3.4 Empathie en inlevingsvermogen

Empathie en inlevingsvermogen zijn nodig voor complexe menselijke interactie. Het is nodig om in de schoenen van een ander te kruipen, te ‘simuleren’ wat de ander voelt en ervaart en daarnaar te handelen.

¹ In de computerwereld wordt dit wel de “Moravic Paradox” genoemd: waar mensen moeite mee hebben, bijvoorbeeld rekenen, daar zijn computers juist goed in en vice versa.

Dit maakt beïnvloeding en het onderhouden van vriendschappen mogelijk. In de literatuur wordt er grofweg een verdeling gemaakt tussen drie gerelateerde concepten die te maken hebben met het verplaatsen in andere individuen:

- Empathie, waarin een persoon de emoties van een ander voelt, of zich er in kan verplaatsen;
- Compassie, waarbij een individu een warmte en zorg voor de ander voelt;
- Theory of mind, het vermogen van een persoon om te bedenken wat een ander denkt (Premack & Woodruff, 1978; Völlm et al., 2005).

Van nature zijn mensen hier goed in. Onderzoek naar het herkennen en tonen van emoties door robots richt zich met name op fysieke waarneming van de gestalte van de robot (Riek et al., 2009) of op kortstondige interacties tussen mens en robot (Leite et al., 2013). De technologie voor het herkennen van menselijke emotie door robots ontwikkelt zich snel, maar werkelijk empathisch vermogen is voorlopig nog een kwaliteit die is voorbehouden aan mensen. NICs zullen voorsnog dus niet makkelijk meevoelend denken en reageren op waargenomen emotionele signalen van mensen, alhoewel dit technisch niet onoverkomelijk lijkt (i.e. '*Human Aware AI*'). Een probleem daarbij is dat we de werking van gevoelsmatige en emotionele aspecten bij sociale interacties nog niet zo goed begrijpen en in kaart hebben gebracht. In tegenstelling tot het herkennen van en inspelen op emoties, is het wat betreft het *tonen* van emoties de vraag in hoeverre dit voor het functioneren van NICs (altijd) van belang is. Voor NICs die een sociale rol vervullen (buddies) is dat zeker wel het geval. Maar voor NICs die een meer instrumentele rol binnen teams spelen zal dit minder belangrijk zijn, of zelfs contraproductief. Wat de impact van empathie en inlevingsvermogen van NICs op het functioneren van mensen in het team of op de samenwerking is, wordt momenteel binnen een ander BIHUNT deelproject onderzocht.

Om anderen te begrijpen beschikken mensen over een *theory of mind* (Völlm et al., 2005). Dit is het vermogen om mentale toestanden - overtuigingen, intenties, verlangens, doen alsof, kennis, etc. - toe te schrijven aan jezelf en aan anderen, en te begrijpen dat anderen overtuigingen, verlangens, intenties en perspectieven hebben die verschillen van die van jezelf (Premack & Woodruff, 1978). Je moet als het ware in het hoofd van een ander kunnen kruipen. Dat kan alleen goed als je de ander heel goed kent. Wat zijn de voorkeuren, aversies, angsten, belangen, gevoelige plekken, motieven, tactieken et cetera van de ander? Dit inlevingsvermogen wordt (dus) moeilijker naarmate de verschillen tussen twee personen groter worden. Voor dit inlevingsvermogen is ook een *open mind* nodig, zoveel mogelijk losgemaakt van je eigen achtergrond en het bestaande referentiekader van waaruit de wereld wordt beschouwd. Ook dat is moeilijk, maar voor mensen niet onmogelijk. We verwachten dat NICs op de korte termijn nog geen hoge mate van inlevingsvermogen zullen hebben.

De empathische vermogens (empathie, compassie, theory of mind) van mensen kunnen bij het samenwerken met NICs ook negatief uitpakken. Op basis van deze vermogens vertonen mensen ten aanzien van niet-menselijke entiteiten een neiging tot antropomorfisme. Dat is een neiging om aan niet-menselijke entiteiten allerlei menselijke eigenschappen, emoties en intenties toe te schrijven.

Mede omdat NICs geen mensen zijn en (vooralsnog) geen menselijke bewuste ervaring hebben, is dit een bias die de samenwerking tussen NICs en mensen onder bepaalde omstandigheden negatief kan verstoren². Dit betekent dat mensen naar NICs toe in ieder geval een des te betere *'theory of mind'* nodig hebben. Omdat NICs kunstmatige systemen zijn, zonder bewustzijn dient deze *theory of mind* ontdaan te zijn van antropomorfisme. Daarnaast moet deze *theory of mind* begrip hebben van het *operating system*, de cognitieve capaciteiten en de mogelijke doelfuncties³ van de NIC. Dit noodzakelijke menselijke begrip van de *'mind'* van NICs vatten we hier onder de term *'AI Aware Humans'*. Aan dit begrip worden extra hoge eisen gesteld omdat mensen zich moeten realiseren dat NICs naar mensen toe minder inlevingsvermogen (kunnen) hebben en heel rationeel (kunnen) functioneren. NICs zijn 'rationele machines' die in principe weinig op hoeven te hebben met de meer gevoelsmatige aspecten van communicatie en besluitvorming. Je hoeft je voor een NIC bijvoorbeeld niet te schamen en je hoeft in principe ook niet aardig tegen hem te zijn. Op het hebben van een goed mentaal model van het operating system van NICs, i.e. AI Aware Humans, komen we later nog terug (o.a. in Paragraaf. 4.1, 5.2 en 5.4)

Die gevoelsmatige gedragsaspecten kunnen bij mensen onderling een kracht opleveren. Mensen beschikken over zgn. 'breedband communicatie', zoals non-verbale communicatiemiddelen met veel gevoel voor emotie, vorm en context. Deze (extra) vorm van communicatie kan sterk bijdragen aan teambuilding en het ontstaan van een 'band of brothers', die bijvoorbeeld kan leiden tot een grote opofferingsgezindheid en het plaatsen van de groep boven het individu (Giphart & van Vugt, 2016). Aan de ontwikkeling van dergelijke gevoelens zullen NICs vooralsnog naar alle waarschijnlijkheid geen belangrijke bijdrage leveren. Wel zullen ze waarschijnlijk geprogrammeerd zijn om zichzelf maximaal ten gunste van de mens en de groep dienstbaar te stellen. Ze zijn door afwezigheid van de intentie om te overleven maximaal opofferingsgezind als dit het hogere belang dient.

3.5 Voorspelbaarheid en transparantie

In militair optreden is onvoorspelbaarheid een belangrijke factor. Je wilt vaak niet dat de vijand van te voren al weet welke acties je zult gaan uitvoeren, en andersom kun je er nooit vanuit gaan dat de vijand volgens een vast patroon handelt. Denk aan voorbeelden als de kamikaze piloten uit Japan, die totaal onvoorzien waren, maar ook aan de huidige moeilijk te voorspellen en onverwachte acties van bijvoorbeeld Trump, Kim Yung Un en Poetin. Kunstmatige systemen werken in de regel vaak volgens vaste patronen. Dit maakt ze mogelijk meer voorspelbaar voor tegenstanders, en daarmee dus ook kwetsbaar. Dit geldt met name als de tegenstander de doelfuncties en doctrines van een NIC kent, oftewel wat zijn de hogere (missie)doelen waar de NIC naar streeft en welke tactische en strategische regels zijn in zijn basis-programma ingebed? Een remedie kan zijn, het doelbewust afwijken of complexer maken van onderliggende (vaste) patronen of tactieken (misleiding) in het kader van bepaalde hogere doelfuncties (Boulain & Verbruggen, 2017).

² Bijvoorbeeld rekening houden met allerlei mogelijke gevoelens van NICs (zoals boosheid of afgunst) die er helemaal niet zijn. Dit leidt al snel totodeloos omslachtige communicatie.

³ Doelfuncties zijn de wiskundige formuleringen voor de hogere doelen waarvoor een NIC is geprogrammeerd (Elands et al, 2018).

Aan de andere kant kan de een relatief hoge voorspelbaarheid (en consistentie) voor het teamfunctioneren een voordeel zijn omdat dit de samenwerking tussen teamleden kan bevorderen. Bij een NIC weet je dan altijd goed wat je van hem als teamlid kunt verwachten en daar valt dan dus goed op te anticiperen.

Deze duidelijkheid raakt ook aan een ander belangrijk onderdeel van samenwerking binnen teams: transparantie. Om begrepen te kunnen worden moet de NIC uitleg kunnen geven over hoe hij tot een conclusie is gekomen, of in ieder geval over de mogelijkheden kunnen beschikken om hier in zekere mate informatie over te kunnen geven (ook wel 'observability' of 'explainability' genoemd, bijvoorbeeld Elands et al., 2018). Mensen worden geacht zichzelf te kunnen 'uitleggen' en goed over de onderliggende motieven en overwegingen van beslissingen en handelingen te kunnen communiceren. Dat is goed voor het onderlinge vertrouwen en de samenwerking. Daarbij moet echter wel de kanttekening worden gemaakt dat mensen sterk worden gedreven door onbewuste neigingen en biases. Alleen bij eenvoudige standaard beslissingen kunnen we onszelf goed uitleggen. In meer complexe situaties zijn we vaak niet eens transparant voor onszelf, laat staan voor anderen. Bij complexe taken die alleen door ervaren functionarissen goed kunnen worden uitgevoerd, handelen deze experts grotendeels intuïtief. Ook zij hebben dan moeite om hun beslissingen precies uit te leggen en te onderbouwen (bijvoorbeeld van de Bosch & Toet, 2018).

3.6 Creativiteit

Sinds de jaren '50 heeft onderzoek plaatsgevonden om de deelaspecten of eigenschappen van creativiteit en/of creatieve mensen te definiëren. Dit heeft geleid tot de identificatie van vele kenmerken die van belang zijn voor creativiteit, hier opgevat als het genereren van ideeën en ontwikkelen (analyseren, construeren, onderzoeken) van mogelijke oplossingen voor (nieuwe) problemen. Treffinger heeft deze kenmerken in een meta review geclusterd en ingedeeld in vier categorieën (Treffinger et al., 2002; Treffinger, Selby, & Schoonover, 2012):

- 1 Het genereren van ideeën: de vaardigheden die horen bij divergent denken, zoals *fluency*, flexibiliteit, originaliteit en uitwerking.
- 2 Doorgaan op ideeën: de vaardigheden die horen bij convergent denken, zoals het analyseren van problemen en reorganisatie van ideeën.
- 3 Openheid en de moed om ideeën te onderzoeken: dit omvat bijvoorbeeld nieuwsgierigheid, speelsheid, tolerantie voor onzekerheid en ambiguïteit.
- 4 Luisteren naar je 'innerlijke stem': dit omvat zelfinzicht, begrijpen wie je bent, toekomstvisie, doorzettingsvermogen, en concentratie.

Of creativiteit een ontwikkelbare eigenschap is, daarover verschillen de inzichten. Stubbé, Jetten, Paradies & Veldhuis, 2015 verwijzen naar Torrance (1970), die stelde dat creativiteit als vaardigheid geleerd kan worden, maar een stimulerende omgeving, waarbij de persoonlijkheidskenmerken van de lerende, kan ook leiden tot meer creativiteit (Heindel & Furlong, 2000).

Waar de NIC in eerste instantie binnen een specifiek en begrensd domein zal kunnen werken, is de mens in staat om verbanden te leggen die domein-overstijgend zijn, om zo iets nieuws, onverwachts en zinvol te scheppen, oftewel creatief te zijn. Er zijn voorbeelden van intelligente systemen die in staat zijn om binnen bepaalde creatieve disciplines, nieuwe kunstwerken, zoals muziekstukken of schilderijen te creëren (*Flow Machine* maakt muziekstukken en *Deep Dream Creator* maakt abstracte kunst).

Voor het overige zullen mensen voorlopig verantwoordelijk blijven voor het vinden van creatieve oplossingen voor problemen, met name als deze domein-overstijgend zijn en/of als deze niet-voorspelbaar voortkomen uit een opeenvolging van een aantal logische of vanzelfsprekende stappen (vgl. 'ill-defined' of 'ill-structured', Spiro Coulson, Feitovitch, & Anderson, 1988). Over de manier waarop dit zich op langere termijn zal gaan ontwikkelen verschillen de meningen van experts. Het genereren van nieuwe ideeën en zien van nieuwe verbanden en patronen is (ook bij mensen) altijd gebaseerd op bestaande ideeën, kennis en informatie. NICs en KI hebben in het algemeen een veel grotere capaciteit voor opslag en verwerking van gegevens dan mensen (zie Paragraaf 3.2). Dit betekent dat toekomstige NICs in principe juist een bijzonder groot creatief vermogen kunnen ontwikkelen, met name doordat ze sneller kunnen rekenen en (daarbij) kunnen combineren en verbinden (correleren) van informatie over heel verschillende domeinen. Omdat juist het generaliseringsvermogen over domeinen heen een sterk onderdeel is van de menselijke intelligentie en voor KI juist moeilijk te verwezenlijken is, gaan we er voorsnog vanuit dat het inbrengen van creatieve oplossingen (nieuw, nuttig, onverwacht) van de menselijke spelers zal moeten komen. Expertise ontwikkeling door veel leren met een rijk arsenaal aan verschillende ervaringen zijn bij mensen van groot belang voor het vermogen om snel en intuïtief tot goede en creatieve oplossingen te komen, i.e. 'expertise-based intuition' (Salas et al., 2009).

3.7 Adaptiviteit

Het vermogen van een systeem om op effectieve wijze te anticiperen op (on)voorzienbare veranderingen, deze veranderingen te identificeren en te interpreteren, en er tijdig (zo nodig improviserend) op te reageren wordt adaptiviteit genoemd ('t Hart et al., 2017). Mensen zijn van nature, tot op zekere hoogte, adaptief. Zij beschikken over het vermogen om hun gedragingen aan te passen op een veranderende context en nieuwe situaties. Wanneer zij dat doen, individueel of in teams, doorlopen ze de volgende cirkel: het opmerken van variatie in de context, interacteren met de context, terugkoppeling van de interactie interpreteren, het kiezen van een adequate gedraging, het implementeren van de geselecteerde gedraging en een herhaling (Oprins en van den Bosch, in druk). Dit schema klinkt simpel en bijna algoritmisch, maar desalniettemin zijn de details van het implementeren van deze cirkel in een KI systeem zeer complex. Dit wordt veroorzaakt door het grote aantal verschillende mogelijkheden voor het waarnemen, kiezen en opmerken van de juiste gedragingen die leiden tot evenzoveel verschillende uitkomsten. De complexiteit van adaptiviteit wordt bevestigd door Pulakos et al. (2009).

Zij onderscheiden acht typen adaptiviteit, namelijk:

- *Solving problems creatively*
- *Dealing with uncertain or unpredictable situations*
- *Learning new tasks technology or procedures*
- *Demonstrating interpersonal adaptability*
- *Demonstrating intercultural adaptability*
- *Demonstrating physically oriented adaptability*
- *Handling work stress*
- *Handling emergency or crisis situations.*

Volgens Oprins en Van den Bosch (in druk) wordt cognitieve adaptiviteit onder andere bepaald door de mate waarin men over cognitieve flexibiliteit beschikt (Spiro et al., 1988). Dit is het vermogen om te kunnen schakelen in denken en handelen (zie ook Spiro et al., 1988, waarin dit breder wordt gedefinieerd). Adaptiviteit (en dus cognitieve flexibiliteit) is vooral van belang voor het kunnen oplossen van problemen waarvoor meerdere oplossingen goed kunnen zijn. Meestal heeft men het in dat verband over open cognitieve taken. Open cognitieve taken kunnen goed gestructureerd (of '*well-defined*') zijn, zoals schaken of de Toren van Hanoi test. Maar ze kunnen ook onduidelijk gestructureerd ('*ill-defined*' of '*ill-structured*') zijn, bijvoorbeeld doordat de criteria voor goed en niet-goed onduidelijk zijn, zoals bij heel onverwachte situaties of wanneer er geen duidelijke regels of procedures zijn afgesproken. Voorbeelden van open taken met minder duidelijke criteria voor goed en niet goed zijn: bepaling van de artistieke waarde van een kunstwerk, het verwerven van complexe kennis, en ingrijpen bij een crisis die door een toevallige samenloop van omstandigheden is ontstaan. Het oplossen van dergelijke open, ill-defined, problemen kan worden ontwikkeld door de lerende bloot te stellen aan zo veel mogelijk variatie op een probleem (o.a., Spiro et al., 1988). Dat betekent dus dat de lerende veel verschillende en andersoortige scenario's moet doorlopen met een grote variatie (in kenmerken, omvang, hoeveelheden) van elementen, zoals beginsituaties, randvoorwaarden, doelstellingen, gebeurtenissen, omgevingsfactoren, andere participanten, complicaties enzovoort.

NIC's zullen voorlopig juist het best gedijen bij het oplossen van *gestructureerde* problemen in gesloten taken, oftewel taken met (een groot aantal) vaststaande oplossingen of reacties. Mensen zijn (vooralsnog) beter in het oplossen van ongestructureerde problemen waarbij de oplossingen niet vaststaan (improviseren).

3.8 Kwaliteiten van NICs en van mensen samengevat

Refererend naar bovenstaande zullen mensen in het algemeen beter dan NICs geschikt zijn voor een veel breder scala aan cognitieve taken onder een grote diversiteit aan (onvoorziene) omstandigheden en gebeurtenissen. Daarnaast zijn mensen vooralsnog beter in de onderlinge psychosociale interactie. Het is voor NICs bijvoorbeeld lastig om menselijke taal en symboliek te interpreteren. Daar is een heel uitgebreid referentiekader voor nodig wat, in ieder geval tot op heden en voor de nabije toekomst moeilijk te realiseren is. Mensen zijn door dit alles vooralsnog beter in het (als flexibel team) reageren op onverwachte en onvoorspelbare situaties en het verzinnen van (creatieve) oplossingen in open cognitieve taken en over een breed scala aan verschillende omstandigheden. De verschillen die hiermee geassocieerd zijn behandelen we verder in het volgende hoofdstuk over samenwerken in (een multidisciplinair) team.

Aan de andere kant mogen we voor de korte- en middellange termijn uitgaan van een snelle (disruptieve) ontwikkeling van met name die functies waarin KI systemen nu al relatief goed of beter zijn dan mensen. KI systemen zijn bijvoorbeeld nu al veel beter dan mensen in het logisch en rekenkundig correct vergaren (selecteren) en verwerken (wegen, prioriteren, analyseren, combineren) van grote hoeveelheden data. Dit doen ze nauwkeurig, betrouwbaar en op een voorspelbare logische en consistente manier. Ook zijn ze betrouwbaar en stabiel, kennen ze geen stress en emoties en beschikken ze over een groot voortzettingsvermogen; als machine staan ze volledig en zonder eigenbelang ten dienste van de mens. In onderstaande twee secties worden de relatief sterke en minder sterke eigenschappen van NICs en mensen van dit hoofdstuk nog eens puntsgewijs samengevat.

3.8.1 *NIC kwaliteiten*

Kwaliteiten van NICs die de menselijke capaciteiten kunnen overstijgen zijn:

- Fysiek kracht voor het uitvoeren van zware taken uitvoeren onder belastende omstandigheden.
- Beter geschikt voor sommige perceptief-motorische taken, met name door relatief eenvoudig te realiseren sensorische enhancement.
- Voortzettingsvermogen, geen vermoeidheid of uitputting, weinig kans op overbelasting.
- Volledig dienstbaar: hoeft niet te worden beloond, is niet gehinderd door oneigenlijke doelen, eigenbelang (“ego”), verborgen agenda’s en emoties.
- Snel vergaren, filteren, selecteren en prioriteren van grote hoeveelheden data (mede m.b.v. andere en betere sensoren).
- Snelle en nauwkeurige verwerking (rekenen, analyseren, aggregeren, sorteren, correleren en combineren) van gegevens.⁴
- Beter retentie van capaciteiten en competenties.
- Connectiviteit: NICs kunnen deel uitmaken van één geïntegreerd systeem, waardoor communicatiefouten vrijwel onmogelijk zijn.
- Makkelijk upgradebaar, reconfigureerbaar, op te schalen, dupliceerbaar etc.
- Minder snel gebiast, objectief en werkend volgens de regels van logica en statistiek.⁵
- Beter kunnen omgaan met onzekerheid, bijvoorbeeld in de betrouwbaarheidsmarges van statistische gegevens en minder snel hinder ondervinden van tijdsdruk.
- Minder gevoelig voor emoties en minder makkelijk extern beïnvloedbaar en manipuleerbaar.
- Betrouwbaar: stabiel en consistent op basis van beter kunnen ‘denken’ vanuit vaste reeksen opeenvolgende taakgerichte stappen en welomschreven doelfuncties.
- (Bijdragen aan) creativiteit door kunnen verwerken en inventief combineren van veel gegevens.

⁴ Op basis hiervan kunnen NICs mogelijk ook een bijdrage leveren aan het (samen met mensen) komen tot creatieve oplossingen van complexe problemen.

⁵ Bias is wél mogelijk bij NICs, bijvoorbeeld o.b.v. correlaties in leer-input (die er a priori, door menselijke biases, in kunnen zitten).

3.8.2 *Mens kwaliteiten*

Hieronder vatten we de in dit hoofdstuk beschreven kwaliteiten samen waarin mensen NICs voorlopig waarschijnlijk zullen blijven overtreffen. De omvang van deze verschillen en de impact daarvan op de manier waarop NICs zullen kunnen worden ingezet (en hoe hiervoor moet worden getraind) is afhankelijk van de geavanceerdheid van de NICs.

Menselijke kwaliteiten:

- Patroonherkenning (perceptief en cognitief) en, over een brede range van veelsoortige onderwerpen en contexten, allerlei verschillende vormen van informatie (intuïtief) met elkaar in verband kunnen brengen.
- Empathie (meevoelen), compassie en inlevingsvermogen (kunnen verplaatsen) in andere mensen⁶.
- Op basis van een goede menselijke theory of mind kunnen manipuleren en beïnvloeden om iets voor elkaar te krijgen.
- Breedband communicatie (non-verbaal), gevoel voor context en voor informatie buiten de beperkte scope van een taak.
- Gevoel voor en bijdragen aan de “band of brothers” en daarmee bijdragen aan teambuilding en motivatie van andere teamleden.
- Kunnen zichzelf ‘uitleggen’ en ‘verklaren’. Ze kunnen goed en vrij gemakkelijk over onderliggende motieven en overwegingen van beslissingen en handelingen communiceren wat goed is voor het onderlinge vertrouwen en de samenwerking.
- Creatief, met verbeeldingskracht verbanden kunnen leggen over domeinen heen.
- *Expertise-based intuition*: intuïtieve, parallelle en onbewuste informatieverwerking.
- Flexibel, adaptief en daardoor ook zeer “interoperabel”.
- Oplossen van ongestructureerde (*‘ill-structured’*) problemen.
- Creatief oplossen van problemen in nieuwe situaties waarbij de ‘goede oplossing’ niet precies definieerbaar is of duidelijk vaststaat (‘open taken’).
- Ethisch bewustzijn in een imperfecte en ambigue wereld met vele dilemma’s en ‘vele kleuren grijs’.

⁶ Omdat NICs machines zijn met veel mensachtige eigenschappen mag dit inlevingsvermogen (waarover mensen wederzijds beschikken) richting NICs niet leiden tot, of gepaard gaan met, antropomorfisme.

4 Samenwerking tussen mensen en NICs in teamverband

Een team kan worden gedefinieerd als twee of meer personen die een specifieke rol hebben, onderling afhankelijke taken uitvoeren, zich aanpassen, en een gemeenschappelijk doel delen (Krokos, Baker, Alonso, & Day, 2009). Het werken van militairen in hybride teams bestaande uit een of meer mensen, aangevuld met NICs, is niet eenvoudig. Voor het trainen van teams is dan ook meer nodig dan het opleiden van de individuele teamleden. Training van militaire teams zal zich moeten richten op die teamcompetenties die de prestatie van het teams bevorderden. Daarnaast zullen de trainingsmethoden, -technieken en leermiddelen flexibel moeten kunnen inspelen op allerlei veranderingen qua missie, taak, teamsamenstelling en (wapen)systemen (Korteling, Oprins & Venrooij, 2014).

NICs zullen al naargelang hun capaciteiten bij verschillende taken in teams op verschillende niveaus van autonomie opereren. De ene keer voert een NIC eenvoudige taken uit en beslist de mens; de andere keer vervult hij een wellicht meer zelfstandige rol, al dan niet op een hoger niveau. Het aantal mogelijkheden van variatie daarbij is in principe groot. Omdat dit rapport over leerdoelen voor mensen gaat die moeten functioneren in teams waar ook NICs deel van uitmaken, moeten de menselijke teamleden altijd goed weten en snappen met welke functionaliteit en op wat voor (autonomie-)niveau NICs in een team meedraaien. De menselijke functionarissen moeten dus ook een heel goed beeld hebben van de capaciteiten (vermogens) van NICs en de beperkingen daarin. Zo niet, dan geeft dit verwarring over rollen en competenties. Dat kan conflicten opleveren en er voor zorgen dat niet optimaal gebruik wordt gemaakt van de capaciteiten van NICs⁷. Vervolgens moeten mensen ook goed kunnen schakelen tussen verschillende competentie- en autonomie-niveaus van NICs. Ter vergelijking: met andere mensen moet je ook kunnen schakelen tussen verschillende medewerkers, maar mensen lijken nog erg op elkaar. Bij NICs kan de variatie veel groter zijn. Als dan bijvoorbeeld al die NICs er hetzelfde uitzien dan kan dat tot veel misverstand leiden. Als NICs een humanoïde vorm hebben of als mensen communiceren dan kan dat er zelfs toe leiden dat NICs als echte menselijke partners met menselijke gevoelens en een subjectieve ervaringswereld worden gezien⁸. Al deze variaties hebben invloed op de leerdoelen van de mensen in het team.

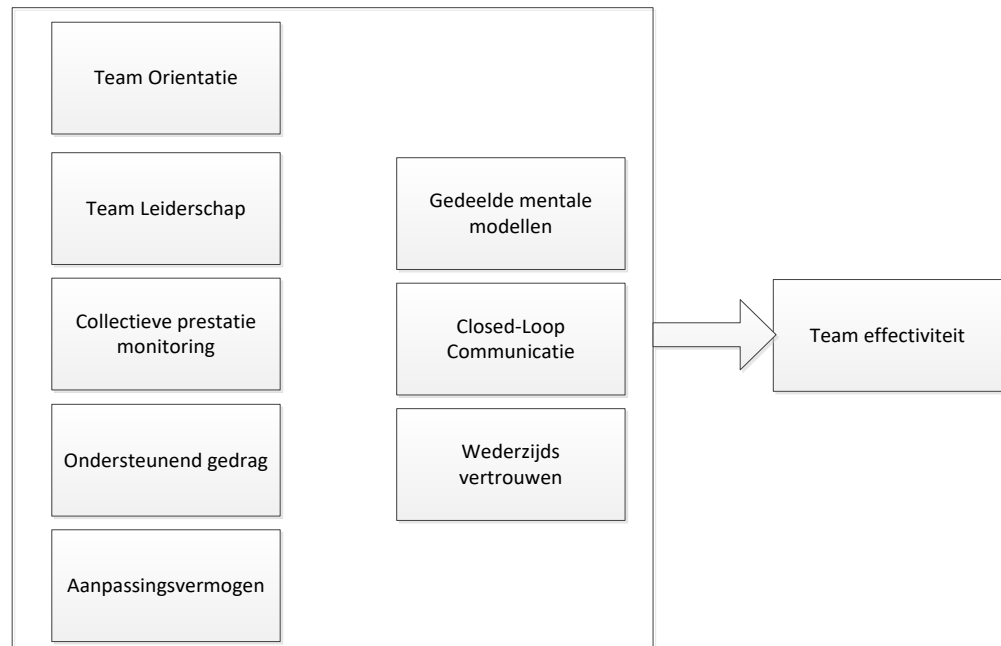
4.1 Componenten van militair teamfunctioneren

Als we verwachten dat menselijke teams zullen gaan transformeren naar hybride teams waarin mensen en NICs gezamenlijk functioneren dan is het, om de impact van deze transformatie te kunnen duiden, goed om als eerste inzicht te krijgen in de werkprocessen en het functioneren van (militaire) teams. In de afgelopen jaren is er in de literatuur een groot aantal verschillende modellen voor (militair) teamwork beschreven. Er zijn verschillende pogingen ondernomen om deze verschillende modellen te integreren tot een model dat de meest essentiële processen voor teamwork beschrijft (Krokos et al., 2009, Essens et al., 2005, Cannon-Bowers,

⁷ Dit is te vergelijken met de veel geconstateerde effecten van bij gebrek aan kennis bij instructiepersoneel over de mogelijke voordelen en beperkingen van trainingssimulatoren.

⁸ Zie ook Paragraaf 3.4 over antropomorfisme.

Tannenbaum, Salas en Volpe, 1995). Na vergelijking van deze verschillende teamwork modellen lijkt het model van Salas, et al. (2005) het meest geschikt (zie ook Figuur 2). Zij hebben op basis van een uitgebreide literatuurstudie een model opgesteld met de zogenaamde 'Big Five' van teamwork processen. Het model is toepasbaar op verschillende verschijningsvormen van dynamische teams. Ook is het model qua detailniveau behapbaar, maar toch ook gefundeerd op degelijk wetenschappelijk onderzoek. Het bevat een beknopt aantal constructen die vrij eenvoudig te begrijpen zijn en goed in de militaire teams waar NICs deel van gaan uitmaken te plaatsen zijn.



Figuur 2 Model van teamwork (Salas et al., 2005).

Bovenstaande Figuur 2 bevat de kern van het model van teamwork zoals voorgesteld door Salas et al. (2005). In dit model staan aan de linkerkant vijf essentiële *kerncomponenten* van teams. Deze kunnen worden beschouwd als de onafhankelijke hoofdelementen (factoren, belangrijkste processen) die gezamenlijk bepalend zijn voor het team functioneren. Rechts daarvan staan drie *coördinatiemechanismen*. Deze hebben een modulerend effect op de vijf kerncomponenten van teamwork (Salas, et al., 2005). Zo is het om goed te kunnen samenwerken altijd nodig dat teamleden goed onderling communiceren. Ze moeten (daartoe) op de hoogte zijn van elkaars mentale modellen en hier begrip voor hebben. En zo is ook onderling vertrouwen een noodzakelijke voorwaarde voor goed het teamfunctioneren (Korteling et al., 2014).

4.1.1 Coördinatiemechanismen

De drie coördinatiemechanismen die in dit model worden genoemd zijn naar onze inschatting het meest verbonden aan de mogelijke problemen die kunnen ontstaan in hybride teams waarin mensen en NICs elkaar zullen moeten (leren) begrijpen, i.e.: Closed-loop communicatie, Gedeelde mentale modellen en Wederzijds vertrouwen. Het gaat hierbij om het wederzijds overbrengen van informatie tussen teamleden, het onderling begrip (daarvan) en het vertrouwen (daarin) en in elkaar.

Generieke leerdoelen op het gebied van mens-NIC samenwerking zullen in ieder geval ook gericht moeten zijn op deze drie belangrijke onderdelen van teamfunctioneren. Daarom worden de generieke leerdoelen in het volgende hoofdstuk ook sterk door deze drie coördinatiemechanismen bepaald. We geven daarom hieronder een korte beschrijving van elk van deze drie coördinatiemechanismen (op basis van Korteling et al., 2014).

Gedeelde mentale modellen

Het coördinatiemechanisme gedeelde mentale modellen is gedefinieerd als gemeenschappelijke kennis (procedures) van de relatie structuur binnen het team omtrent de taakuitvoering en communicatie daarover (Salas et al., 2005). Door het hebben van een gedeeld mentaal model kunnen teamleden informatie op eenzelfde manier interpreteren. Dit heeft positieve effecten op de coördinatie van het team, bijvoorbeeld door een leider (Marks, Sabella, Burke, Zaccaro, 2002; Salas et al., 2009), het elkaar monitoren en ondersteunen (Ilgen et al., 2005), en op het aanpassingsvermogen van het team (Salas et al., 2005). Om adequaat te kunnen samenwerken zullen teamleden een goed mentaal model van de capaciteiten, mogelijkheden en beperkingen van de NICs binnen het team moeten ontwikkelen (*AI Aware Humans*).

Closed-loop communicatie

Dit coördinatiemechanisme heeft betrekking op het overbrengen van een boodschap van de zender naar de ontvanger waarbij de zender controleert of de boodschap juist is ontvangen en is geïnterpreteerd (Salas et al., 2009.). Ook bij NICs zal moeten worden gecontroleerd of boodschappen en instructies zijn overgekomen zoals ze waren bedoeld.

Wederzijds vertrouwen

Wederzijds vertrouwen is het gedeelde geloof dat individuen in een team bepaalde activiteiten zullen uitvoeren die belangrijk zijn voor de anderen binnen het team waarbij zij de belangen en rechten van andere teamleden erkennen en beschermen (Salas et al., 2009). Het hebben van onderling vertrouwen stelt het team in staat om bijvoorbeeld zonder achterdocht de voortgang op elkaars taken in de gaten te kunnen houden. Ook het samenwerken met een NIC valt of staat bij het vertrouwen dat de mens heeft in zijn NIC teamgenoot. Het vertrouwen van de mens in de NIC wordt bepaald door zijn voorgaande acties, bekwaamheid en betrouwbaarheid (Parasuraman, Sheridan & Wickens, 2000). Ook moet de mens kennis hebben van de mogelijkheden en beperkingen van de NIC (Ososky, Schuster & Philips, 2013). Vooral in missie-kritieke situaties met een hoog risico is vertrouwen van groot belang: het vertrouwen heeft direct effect op de bereidheid van de mens om informatie van de NIC te accepteren (Groom & Nass, 2007).

- 4.1.2 *Overige team-aspecten die specifiek van belang kunnen zijn in teams met NICs*
Voor alle drie bovengenoemde coördinatiemechanismen van teamfunctioneren moeten menselijke teamleden voldoende of goede kennis van en inzicht in NICs hebben. Het gaat dan niet alleen om kennis over de randvoorwaarden, regels en procedures voor inzet, inzetmogelijkheden en capaciteiten van NICs, maar ook over *inzicht* in de 'psychologie van de NIC' oftewel het begrijpen van hun interne *operating system*. Omdat dit voor de samenwerking in teams zo belangrijk is wijden we hier in deze Paragraaf nog wat verder op uit.

Een goede kennis over en begrip van het 'denken' van NICs zijn noodzakelijk om goede inschattingen of voorspellingen te kunnen doen over toekomstige gedragsmogelijkheden en prestaties van NICs, gegeven de operationele context van de missie. Kan een taak bijvoorbeeld in één enkele actie worden uitgevoerd of vereist het een sequentie aan waarnemingen (input), besluiten en acties?

In hoeverre is dit moeilijk of haalbaar voor de NIC? Dit in combinatie met de hoeveel mogelijkheden waarmee de systemen te maken hebben als ze een actie moeten uitvoeren. Het product van beide (dimensionaliteit genoemd) bepaalt het aantal mogelijkheden dat door de NIC verwerkt moet worden (i.e. complexiteit voor de NIC) om tot een actie te besluiten (zie bijvoorbeeld. Boulanin & Verbruggen, 2017).

Menselijke teamleden moeten bijvoorbeeld o.b.v. hun NIC-kennis en -inzicht een inschatting kunnen maken van de mate waarin een bepaalde opdracht voor een NIC complex en/of al dan niet haalbaar is. Deze kennis betreft grofweg twee hoofdcomponenten, te weten: *taakcomplexiteit* voor de NIC en *omgevingscomplexiteit* voor de NIC (Russell & Norvig, 2014). Omdat de focus van dit rapport gericht is op de leerdoelen voor menselijke teamleden geven we hiervan een overzicht.

Taakcomplexiteit voor de NIC betreft vier elementen:

- *Precisie*: hoe goed is de taak voor de NIC gedefinieerd in termen van regels of (mathematisch) programmeerbare logica?
- *Tastbaarheid*: hoe objectief en hoe helder kwantificeerbaar zijn de uitkomsten of resultaten waarnaar wordt gestreefd?
- *Dimensionaliteit*: kan de taak in een enkele actie worden uitgevoerd of vereist het een sequentie aan waarnemingen (input), besluiten en acties? Dit, in combinatie met hoeveel mogelijkheden waarmee de NIC systemen te maken hebben als ze een actie moeten uitvoeren, bepaalt het aantal mogelijkheden dat verwerkt moet worden om tot een actie te besluiten.
- *Interactie*: in hoeverre vereist uitvoering van de taak interactie met andere autonome systemen (bijvoorbeeld mensen of andere NICs) en wat is de aard van die interactie (competitie, samenwerking, communicatie). Het modelleren van dit soort interacties is fundamenteel problematisch vanwege de onvoorspelbaarheid van menselijk gedrag.

Begrip en inzicht m.b.t. de omgevingscomplexiteit vanuit NICs bezien betreft:

- De *hoeveelheid informatie* over de omgeving die beschikbaar is of de mate waarin de omgeving bekend is en/of wordt begrepen.
- De mate waarin de omgeving *gestructureerd* is.
- De hoeveelheid '*clutter*', of structuur in de omgeving. Dat is bijvoorbeeld in een land-omgeving veel hoger dan in de lucht of onder water.
- De mate van *veranderlijkheid*; een statische versus een dynamische omgeving.
- De mate waarin de omgeving *deterministisch*, dan wel *stochastisch* is, oftewel: leveren systeem-acties altijd dezelfde effecten op? De complexiteit van menselijk gedrag maakt dat het verloop van interacties met mensen moeilijk te voorspellen zijn.

Om goed met NICs te kunnen samenwerken is het dus belangrijk dat menselijke teamleden heel goed snappen dat NICs een *andersoortige intelligentie* hebben.

Hierdoor zijn voor NICs andere dingen moeilijk of makkelijk dan voor mensen en zijn hun beslissingen en gedrag (incl. eventuele biases) voor ons vaak moeilijker te begrijpen, te doorgronden of te voorspellen⁹. Menselijke teamleden zullen bijvoorbeeld moeten begrijpen dat het gedrag van NICs op een meer complexe wijze wordt gedetermineerd (uitgaande van lerende systemen) dan dat van minder geavanceerde, conventionele, systemen en hulpmiddelen (zoals mobiele platforms of wapensystemen en computerprogramma's). Om goed met NICs te kunnen samenwerken zullen menselijke teamleden *AI Aware* moeten zijn, dat wil zeggen dat ze de specifieke capaciteiten/kwaliteiten en beperkingen van de NICs moeten kennen en begrijpen (zie ook Paragraaf 3.4), zodat hier in de samenwerking goed rekening mee kan worden gehouden.

Tot slot: NICs zijn machines en als zodanig zullen ze waarschijnlijk minder of niet gevoelig zijn voor allerlei nadelige aspecten van taken en stressoren, zoals (langdurige) werkdruk, gevaar, pijn, gebrek aan voedsel of slaap. Dat betekent dat ze op al deze gebieden niet empathisch en invoelend hoeven te worden benaderd. Naarmate NICs meer op mensen lijken zullen dit soort zaken voor goed teamfunctioneren meer van belang worden (zie ook Paragraaf 3.4).

4.2 De rol van NICs binnen functionerende teams

NICs zullen, afhankelijk van hun technologische ontwikkeling en haalbaarheid (bepaald door o.a. omgevingscomplexiteit en beschikbaarheid van input-data) in zekere mate altijd van menselijke teamleden blijven verschillen. De grootste verschillen zullen liggen op de gebieden waar NICs goed in zijn en mensen relatief slecht en (vooralsnog) *vice versa*. Dit heeft implicaties voor de rol of positie die een NIC binnen een hybride team zal gaan innemen, i.e., hoe verhoudt de NIC zich ten opzichte van de andere teamleden?

4.2.1 Teamrol

In een teamsituatie zullen NICs, die als teamlid in een team met mensen functioneren, goed in aanmerking kunnen komen voor een bepaalde *teamrol*. Deze teamrol, en met name de specifieke inhoud daarvan, krijgen NICs mede op basis van de in het vorige hoofdstuk behandelde kwaliteiten (ten opzichte van mensen). Voor teamrollen die een beroep doen op kwaliteiten die voor NICs verder in het verschiep liggen, zullen NICs op de korte- of middellange termijn minder snel in aanmerking komen.

Zoals we in Hoofdstuk 3 lieten zien, zullen NICs voorlopig niet uitblinken in zaken als het aanvoelen en gericht zijn op anderen, i.e. de kerncomponent *team oriëntatie*. Ze zijn meer gefocust op de (inhoudelijke aspecten) van de *taak* en het snel, objectief ('unbiased') en nauwkeurig verwerken van veel data. Daar ligt hun kracht. Het gaat daarbij om expertise op specifieke gebieden ('focus'), niet om flexibiliteit en/of generieke en domein-overstijgende vermogens. Op grond van deze taakgerichte en specialistische capaciteiten kunnen NICs mogelijk ook, in een meer ondersteunende rol, bijdragen aan het zoeken naar (creatieve) oplossingen of het oplossen van dilemma's. Maar ook daar ligt vooralsnog niet hun primaire kracht.

⁹ Het is zelfs mogelijk dat NICs met vragen of oplossingen komen die voor ons mensen niet, of nog heel moeilijk, te doorgronden zijn (Tegmark, 2017).

Op basis van hun mogelijke fysieke kracht en hun voortzettingsvermogen kunnen ze, voor zover hun vermogens dat toelaten, worden ingezet voor gevaarlijke, langdurige of eentonige opdrachten of in het algemeen het soort klussen waar mensen een hekel aan hebben. Op basis van deze kenmerken kunnen we de rol die een NIC als volwaardig teamlid kan spelen kort kenmerken als een echte specialist die in een aantal opzichten (het is immers geen echt mens met menselijke behoeften en gevoelens) 'anders' is en daardoor mogelijk een beetje 'buiten de groep valt'. Deze specialist werkt efficiënt en gedisciplineerd door op plannen en ideeën van collega's en zet deze om in constructieve daden. Hij is loyaal in het oppakken van taken die door anderen liever worden vermeden of waar anderen een hekel aan hebben. Hij kan een bron zijn van kennis en brengt focus, bekwaamheid en vaardigheid binnen de eigen discipline in het team. Hij concentreert zich daarbij echter op het eigen specialisme en blijft op afstand als het gaat om zaken die daarbuiten liggen.

4.2.2 *Taskwork versus teamwork*

Wat het bovenstaande inzicht betreft is het nuttig om onderscheid te maken tussen taskwork en teamwork (Mills, McKittrick, Mulhall & Feteris, 1999; Essens et al., 2005; Korteling et al., 2014). Om als team goed te kunnen presteren zijn beide typen activiteiten noodzakelijk. Taskwork wordt gedefinieerd als de manier waarop een teamlid gebruik maakt van inhoudelijke kennis en vaardigheden bij het uitvoeren taken. Teamwork wordt gedefinieerd als de manier waarop een teamlid in wisselwerking met anderen taken op elkaar afstemt en coördineert en zo teamdoelen realiseert (zie ook Korteling et al., 2014; Mills et al., 1999). Teamwork zorgt ervoor dat het taskwork van de individuele teamleden dusdanig wordt verenigd dat het team zijn gemeenschappelijke doel kan bereiken. Dit deel van het werken in hybride teams zal vooral bij mensen moeten worden belegd terwijl NICs vooral bij het meer 'uitvoerende' taskwork een steeds belangrijkere rol zullen gaan spelen.

Daar staat dan weer tegenover dat NICs *onderling* in een team in principe een veel betere '*Goal coordination*' hebben, waardoor ze veel beter dan mensen onderling kunnen samenwerken. Dat geldt met name als identieke NICs als team van klonen kunnen opereren (bijvoorbeeld een zwerm drones) of als ze deel uitmaken van hetzelfde algoritme (zelfrijdende voertuigen). In dat geval zullen ze elkaar veel beter begrijpen en daardoor veel beter elkaars gedrag op elkaar kunnen afstemmen (op basis van een volledige set identieke regels) dan mensen ooit zullen kunnen (Bostrom, 2014).

5 Generieke leerdoelen

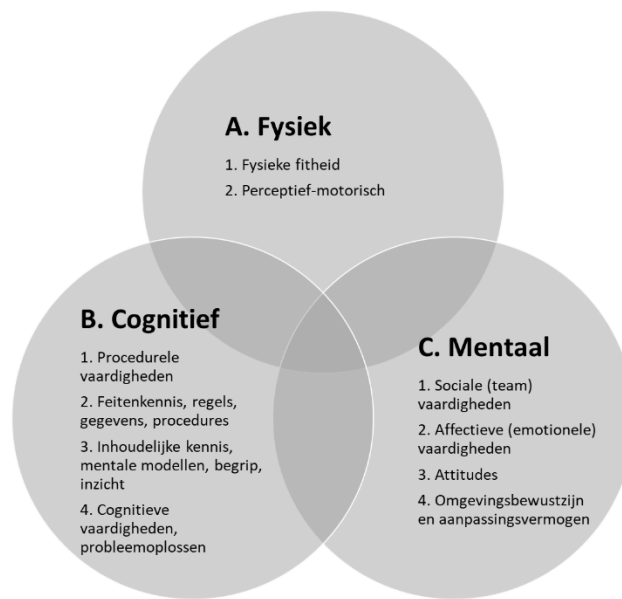
5.1 Inleiding

Voor het inrichten van een training voor mensen die gaan werken in een hybride team, is het van belang om een goed beeld te hebben van het type taak of het soort vaardigheden (competenties) dat moet worden getraind en in welke omgeving of context dat gebeurt. Hierbij kan worden gedacht aan fysieke taken, skills en drills, tactiek, analyseren, beslissen, plannen, samenwerken, et cetera. Welke taken moeten worden getraind wordt bepaald door de wijze waarop taken tussen menselijke teamleden en NICs zijn verdeeld. Dit betekent dat zware en belastende taken voor mensen, taken waar de mens niet goed in is, die mensen niet lang kunnen volhouden en/of waar veel training (kosten) voor nodig is zoveel mogelijk door NICs zullen worden uitgevoerd. Mensen kunnen zich dan richten op de minder belastende taken en op de taakonderdelen waar zij in uitblinken of die bevorderlijk zijn voor gezondheid en welbevinden. Mensen in hybride teams zullen in ieder geval getraind moeten worden in al die aspecten van de aansturing en omgang van NICs, waarin deze verschillen of afwijkend zijn van de manier waarop samengewerkt wordt met menselijke collega's en met meer conventionele geavanceerde hulpmiddelen. Het specificeren en inventariseren hiervan levert een set van generieke leerdoelen op. Deze kunnen voor specifieke missies en taken¹⁰ worden uitgewerkt tot specifieke leerdoelen. Op basis hiervan wordt het vervolgens mogelijk om te bepalen welk type opleiding en/of training (O&T) het meest geschikt is en wat voor O&T middelen daarbij nodig zijn.

5.2 Psychologisch taaktypen

Om op een generiek niveau te komen tot een eerste "Mens-NIC" verdeling van taken en bijbehorende generieke leerdoelen voor menselijke collaborators wordt in deze Paragraaf een taaktaxonomie van taaktypen (of typen leerdoelen) gepresenteerd. Op hoofdlijnen bestaat deze taxonomie uit fysieke, cognitieve en mentale taaktypen (zie Figuur 3). De meeste militaire taken en functies, bestaan uit combinaties van fysieke en psychologische taakonderdelen; zij hebben verschillende soorten taakkenmerken in zich verenigd en vereisen vaak een palet aan verschillende vaardigheden, zoals 'targets waarnemen', 'vuren' of 'planvorming' voor de commandant van een wapenplatform. De taxonomie van taaktypen die we hebben gebruikt is geënt op een eerder door TNO ontwikkelde taxonomie (Korteling, van den Bosch & Voogd, 2016; Korteling, Helsdingen & Theunissen, 2013) en weergegeven in Figuur 3.

¹⁰ Deze zullen we bepalen op basis van inzetscenario's, deze worden uitgewerkt in ander project binnen het BIHUNT programma.



Figuur 3 Taxonomie van psychologische taaktypen.

Hoofdonderdelen van de taxonomie zijn: A) fysieke-, B) cognitieve- en C) mentale leerdoelen. Per subcategorie van deze hoofdonderdelen (A1, A2, B1, B2, enz.) zijn op basis van de informatie van Hoofdstukken 3 en 4 de generieke leerdoelen voor het samenwerken met NICs geformuleerd. Per taaktype geven we telkens eerst een beschrijving van wat het is en vervolgens leggen we de relatie met het leren omgaan en samenwerken met NICs.

A Fysieke leerdoelen

A1 Leerdoelen op het gebied van fysieke fitheid en kracht

Fysieke fitheid en kracht zijn zeer generieke eigenschappen, die in veel verschillende situaties van belang kunnen zijn, en die (dus) op veel plaatsen en op veel verschillende manieren worden getraind. Op dit gebied zal de mens zo veel mogelijk worden gespaard. Voor taakonderdelen die een beroep doen op fysieke capaciteiten zal de NIC dus zo veel mogelijk worden ingezet. NICs hebben in principe ook een groter 24/7 voortzettingsvermogen dan mensen (die bij fysieke inspanning veelvuldig moeten kunnen herstellen, i.e., uitrusten en slapen). Dit laatste geldt mogelijk niet voor veel drones, die (vooralnog) te kampen hebben met een beperkte energievoorziening.

De introductie van NICs zal dus juist *niet* snel een hoger, of heel andersoortig, beroep doen op fysieke fitheid en kracht. Zwaar fysiek werk en vigilantie taken laat je zoveel mogelijk aan de NIC over als je die hiervoor tot je beschikking hebt. Nieuwe of meer zwaarwegende leerdoelen op meer of andere fysieke fitheid en fysieke kracht lijken daarmee dus vrij onwaarschijnlijk.

A2 Perceptief-motorische leerdoelen

Perceptief-motorische taken hebben betrekking op het verbeteren van, en op elkaar afstemmen van, waarneming (inclusief proprioceptie) en motoriek. Deelaspecten hiervan van zijn: perceptie, zoeken, detecteren, herkennen, reactiesnelheid, oog-hand-lichaam coördinatie, bediening van stuurmiddelen.

Het kunnen samenwerken met NICs zal doorgaans geen specifiek hoge eisen stellen aan perceptief-motorische vaardigheden, behalve mogelijk bij semi-geautomatiseerde mobiele platforms, als daarvan de besturing door mensenhanden moet worden overgenomen. Kritische perceptief motorische vaardigheden kunnen dan zijn: het snel kunnen schakelen tussen verschillende bedieningsmodi, dan wel het samen met de NIC uitvoeren van simultane complexe handelingen. Generieke leerdoelen voor menselijke teamleden zijn dan:

- Snel schakelen tussen autonoom- en human-in-the-loop functioneren.
- Simultaan (gezamenlijk) besturen van één of verschillende semi-autonome platforms.
- Simultaan sensor- en observatietaken uitvoeren via één of verschillende semi-autonome platforms.
- Handhaven van situational awareness (vigilantie) en preventie van '*complacency*'.

B Cognitieve leerdoelen

B1 Procedurele vaardigheden

Dit behelst het kennen en beheersen van vastliggende gedrags- of handelingspatronen die bestaan uit een geordende reeks afzonderlijke stereotype (relatief eenvoudige) acties en gericht op het bereiken van een welomschreven en eenduidige doelsituatie. Het gaat meer om 'weten' (wat te doen, kennis) dan om 'kunnen' (hoe het te doen, vaardigheden). Het gaat namelijk vooral om het *kiezen* van de juiste handelingen niet om het uitvoeren van de handeling zélf: de juiste handeling, in de juiste volgorde, op het juiste tijdstip. Deelaspecten van procedurele vaardigheden zijn: bediening van het systeem (bijvoorbeeld het systeem activeren, niet sturen), aflezen van displays en controlemiddelen, evt. parameters instellen (bijvoorbeeld graad en configuratie van autonomie, timing van procedures, bediening van abstracte interfaces (toetsenbord, muis).

Procedurele vaardigheden zijn zeer systeem-specifiek, dus niet generaliseerbaar naar andere systemen. Dit laatste zal vooral van belang zijn voor NICs die voor een heel specifieke taak zijn bedoeld. Voor NICs die ook in staat zijn om, gebruikmakend van context, te functioneren voor een breder spectrum aan taken zal kennis van (bedienings)procedures minder gelden. Zij zullen het menselijke gedrag beter kunnen interpreteren en daarbij zelf een vertaalslag maken naar wat er moet gebeuren. Zo ver is het voorlopig echter nog lang niet. Generiek procedurele leerdoelen zijn:

- NIC leren bedienen of aansturen voor zo ver dit gaat volgens vastliggende en heldere richtlijnen of handelwijzen en specifieke (stereotype) afspraken, regels en doctrines.
- Beslissen wanneer een NIC in te zetten en/of te gebruiken in relatie tot de context, taak, doelen en geldende doctrines van de missie voor zover dit (procedureel) is vastgelegd.

B2 Feitenkennis, regels, gegevens, (tactische, handelings) procedures ('crystallized', gesloten)

Vastliggende informatie, feiten, betekenissen, regels, etc. over de wereld en over taken (i.e. het zgn. lange-termijn geheugen). Feitenkennis betreft het 'wat?'. Deze kennis is specifiek en dus niet of nauwelijks generaliseerbaar naar andere domeinen, taken, processen.

Deelaspecten van feitenkennis zijn: kennis van regels (wetten, richtlijnen), kennis van procedures (als zus.... dan zo....), doctrine-kennis, feitenkennis (stampwerk), achtergrondkennis, randvoorwaarden (context, taken, missiedoelen, doctrines), job-specifieke kennis en domeinkennis, afspraken die zijn gemaakt. NICs kunnen vrij gemakkelijk en vaak beter beschikken over veel meer feitenkennis dan mensen.

Voor het samenwerken met NICs is echter ook feitenkennis nodig die specifiek betrekking heeft op die samenwerking. Die feitenkennis heeft dan betrekking op geldende procedures (richtlijnen, regels, doctrines) dan wel kennis over de bediening, kwaliteiten en het gedrag van NICs. Daarbij valt te denken aan kennis over de sterktes, zwaktes en kwetsbaarheden. NICs kunnen bijvoorbeeld veel sneller en nauwkeuriger berekeningen uitvoeren en zijn in principe goed in het uitvoeren van precieze en goed gedefinieerde taken (Boulanin & Verbruggen, 2017; Russell & Norvig, 2014). Anderzijds kunnen ze heel andere fouten maken dan mensen, fouten die mensen zelden of nooit zullen maken. Dit zullen medewerkers moeten weten teneinde hier goed op te kunnen anticiperen, er gebruik van te kunnen maken en er in het algemeen goed mee om te gaan kunnen gaan.

Leerdoelen op dit gebied zijn:

- Geldende regels, procedures en doctrines t.a.v. de NIC inzet kennen.
- Weten wanneer, waarvoor en hoe de NIC moet worden ingezet en/of moet worden gebruikt in relatie tot de context, taak, doelen en doctrines van de missie.

B3 Inhoudelijke kennis, mentale modellen en schema's, begrip, inzicht ('crystalized', gesloten)

Mentale modellen (of cognitieve schema's) over onderliggende processen en verbanden die denkkaders geven over de wereld, hoe dingen zijn, werken, samenhangen en/of elkaar beïnvloeden (semantisch lange-termijn geheugen). Inzicht in (onderliggende) processen en concepten. Inhoudelijke kennis betreft het 'hoe?'. Het belangrijkste verschil met feitenkennis is dat het hier gaat om het verkrijgen van begrip en inzicht. Deze kennis is meer generiek en breder (dan feitenkennis) toepasbaar over verschillende domeinen, taken, systemen en processen. Deelaspecten van inhoudelijke kennis zijn: systeeminzicht, inzicht in processen, componenten en relaties daartussen, mentale modellen, theorieën, betekenissen kennen, samenhang begrijpen, (causale en statistische) verbanden doorgronden.

Wat betreft de samenwerking met NICs gaat het hier niet alleen om kennis over de inzetmogelijkheden en capaciteiten van NICs, maar ook over *inzicht* daarin op basis van een goed mentaal model. Zoals in Hoofdstuk 4 aangegeven gaat het dan om inzicht en begrip van de 'psychologie' van de NIC, i.e. het begrijpen van hun *operating system*. Met andere woorden moet er worden getraind op *AI-awareness*, zodat we komen tot *AI Aware Humans*. Op basis hiervan, en gegeven de operationele context van de missie, kunnen menselijke teamleden of commandanten inschatten welke inzetmogelijkheden effectief en haalbaar zijn en wat je beter niet kunt doen of beter aan mensen kunt overlaten. Generieke leerdoelen op het gebied van kennis over, begrip van en inzicht in NICs in teams betreft:

- Begrip en inzicht, oftewel een goed mentaal model, hebben van de onderliggende systeemeigenschappen (operating system, de psychologie) van de NIC.

Op basis hiervan kunnen *AI aware humans* goede inschattingen en afwegingen maken over de capaciteiten en inzetmogelijkheden van NICs in relatie tot de context, taak, doelen en geldende doctrines van de missie. Dit impliceert ook kennis over de KI, dus hoe is een advies van een NIC opgebouwd, met welke onzekerheidsmarges en risico-toleranties rekent hij?

- Begrip en inzicht m.b.t. specifieke NIC kwaliteiten: KI kan op een aantal vlakken meer en heeft andere sterke punten dan mensen. Dit, en de mogelijke consequenties daarvan, begrijpen of doorgronden, zodat je hier maximaal op kunt kapitaliseren.
- Begrip en inzicht m.b.t. specifieke NIC beperkingen: KI zal andere (soorten) fouten maken dan mensen, fouten die wij moeilijk zullen kunnen begrijpen of doorgronden. Op basis hiervan kan men ervoor zorgen dat de kans op falen wordt geminimaliseerd.
- Gegeven de missie en taakomstandigheden begrip en inzicht hebben m.b.t. de complexiteit van taken vanuit de NIC bezien: Dit betreft achtereenvolgens de taakaspecten: precisie, tastbaarheid, dimensionaliteit en interactie (zie Hoofdstuk 4).
- Begrip en inzicht m.b.t. de omgevingscomplexiteit vanuit NICs bezien. Dit betreft: de hoeveelheid beschikbare omgevingsinformatie, de structuur en veranderlijkheid ervan en de mate van gedetermineerdheid (weinig toeval) ervan.
- Begrip en inzicht hebben m.b.t. de specifieke kenmerken en kwaliteiten van het (hogere-orde) mens machine systeem als geheel waarbinnen NICs functioneren zodat voorspellingen kunnen worden gedaan over de militaire capabilities gegeven missiecontext taak, doelen, doctrines etc.
- Begrip en inzicht m.b.t. voorspelbaarheid: onderkennen en snappen dat het gedrag (beslissingen, fouten, eventuele biases) van NICs, o.b.v. hun andersoortige intelligentie, voor ons vaak moeilijker te doorgronden en (dus) te voorspellen is.

B4 Cognitieve vaardigheden, probleemoplossen ('fluid', open)

In situaties waarin er vooraf geen unieke juiste oplossing is (of complex denkwerk nodig is om die te vinden) doen mensen een beroep op hun beroeps-gerelateerd competenties en probleem-oplossend denkvermogen (creatief, analytisch, patroonherkenning). Het gaat hierbij om interpretatie, verbanden leggen en flexibiliteit (afwijken van gebaande paden, zelfstandig, out-of-the-box, 'fluid'). Hierbij wordt heel veel instrumenteel gebruik gemaakt van bestaande ('crystallized') kennis. Cognitieve vaardigheden op het gebied van het oplossen van (open, complexe) problemen bouwen dus voort op de hierboven omschreven kennis ('Wat' en 'Hoe') met betrekking tot feiten, regels, inzichten, mentale modellen, enzovoort. Deelaspecten van cognitieve vaardigheden zijn: selecteren, analyseren, interpreteren, beoordelen, berekeningen maken, plannen, probleem oplossen, beslissen, tactiek en strategie bepalen, (zelf)reflectie.

Wat betreft de inzet van NICs binnen een systeem gaat het hier om het ontwikkelen van vaardigheden op het gebied van de oordeels- en besluitvorming waarbij goed gebruik wordt gemaakt van de specifieke kenmerken en kwaliteiten van NICs binnen de algehele operationele context van de missies waarin ze kunnen worden ingezet (of waarvoor ze zijn ontworpen).

Daarbij moeten militairen effectief en praktisch leren omgaan met de kenmerken en eigenschappen van de andersoortige intelligentie van NICs die mogelijk moeilijk te doorgronden is. Bijvoorbeeld hoe stuur je dergelijke systemen die mogelijk erg op mensen lijken, maar toch anders denken en geen bewustzijn hebben, effectief aan? In hoeverre moet je de neiging onderdrukken om ze als echt mens te zien en te benaderen (antropomorfisme)? Een mogelijk nog belangrijker probleem is dat NICs in de besluitvorming bij (open) complexe cognitieve taken andere fouten maken, of neigingen hebben, dan mensen, of juist kwaliteiten hebben die wij mogelijk maar moeilijk zullen kunnen begrijpen of doorgronden. Ze kunnen bijvoorbeeld minder neiging hebben tot cognitieve biases (of juist andere biases hebben) dan mensen, waardoor ze voor ons onverwachte beslissingen nemen. Dat kunnen mogelijk heel goede beslissingen zijn, maar ze zullen ook moeilijk te volgen of te begrijpen zijn. Dat zal moeten worden geleerd en in praktijksituaties concreet worden ervaren. Leerdoelen op het gebied van cognitieve vaardigheden zijn:

- Vaardigheden om goed ('invoelend', adaptief en creatief) te kunnen omgaan met de andersoortige (non-human) intelligentie en kwaliteiten van NICs
- Door gebruik te maken van de mogelijkheden van de andersoortige intelligentie en kwaliteiten van NICs inventieve plannen en oplossingen bedenken voor complexe problemen. Het gaat dan om het bedenken wanneer, waarvoor en hoe een NIC, gegeven zijn specifieke cognitieve capaciteiten (bijvoorbeeld op het gebied van dataverwerking), het meest effectief kan worden ingezet in relatie tot de taak, doelen, andere middelen en geldende doctrines van de missie.
- Aan de andere kant hebben NICs ten opzichte van mensen ook cognitieve beperkingen, bijvoorbeeld op het gebied van oplossen van nieuwe, onbekende ('ill-defined' of 'ill-structured') problemen. Ze kunnen ook andere fouten maken dan mensen, fouten die wij misschien maar moeilijk kunnen begrijpen of doorgronden. Hoe ga je daar optimaal mee om?

C Mentale leerdoelen

C1 Sociale (team) vaardigheden

Sociale vaardigheden hebben betrekking op de communicatie en interactie met anderen gericht op het gezamenlijk behalen van bepaalde doelen. Het gaat daarbij enerzijds om 'Taskwork' gericht op het uitvoeren van taken en het bereiken van de taakdoelen en om 'Teamwork' i.e., procesgericht als teamlid in wisselwerking met anderen taken en werk afstemmen en coördineren en ervoor zorgdragen dat men als team optimaal functioneert. (zie ook par 4.2.2 en zie Essens et al., 2005; Mills et al., 1999). Deelaspecten van sociale vaardigheden zijn verbale communicatie, non-verbale communicatie, samenwerking, leiderschap, humor, kunnen luisteren naar anderen.

NICs kunnen beperkt zijn in bepaalde sociale aspecten van communicatie die voor mensen vanzelfsprekend zijn. Naarmate NICs op mensen gaan lijken (fysiek/uitwendig, cognitief, mentaal) zullen deze aspecten een belangrijkere rol gaan spelen in de communicatie. Mensen en NICs kunnen verschillende mentale modellen hebben van (eigen en andermans) taken en rollen in een systeem. Om goed te kunnen samenwerken moet informatie daarover worden gedeeld (gecommuniceerd) zodat er wederzijds begrip (en waarschijnlijk ook vertrouwen) ontstaat. Verder moet je je kunnen verplaatsen in (het mentale model van) de ander om te weten aan welke informatie hij/zij behoefte heeft, en op welk moment.

Het modelleren van interactie met andere autonome agenten (vooral mensen) is echter fundamenteel problematisch vanwege de onvoorspelbaarheid van menselijk gedrag (Russell & Norvig, 2014; Boulanin & Verbruggen, 2017). Daardoor zal het adequaat delen van informatie, het begrijpen en het zich kunnen inleven in de (rol en behoeften van de) ander tussen mensen en NICs moeilijker zijn dan tussen mensen onderling. Mensen en NICs hebben dus een andere kennisvoorraad, denken ervaringswereld (minder “common ground” en een verschillende “theory of mind”) en medewerkers zullen moeten leren omgaan met de beperkingen die daaruit voortvloeien. Leerdoelen op dit gebied zijn:

- Closed loop communicatie: het zodanig overbrengen van een boodschap of informatie naar de NIC dat ook wordt gecontroleerd of (ook voor de NIC) de boodschap juist is ontvangen en is geïnterpreteerd.
- Delen van mentale modellen zodat gemeenschappelijke informatie en kennis bestaat over de relatiestructuur binnen het team m.b.t. de taakuitvoering en op welke wijze de teamleden met elkaar hierover zullen communiceren (Salas et al., 2005).
- Rekening houden met de mate en manier van interactie die bij de NIC past. Medewerkers moeten dus leren rekening te houden met NIC beperkingen in de taakuitvoering die voortvloeien uit interacties met (andere) participanten (bijvoorbeeld mensen of andere autonome systemen) en de aard daarvan (competitie, samenwerking, communicatie).
- Collectieve prestatie monitoring betreft het vermogen om samen met NICs een gemeenschappelijk beeld van de teamomgeving te ontwikkelen en om passende strategieën te leren hanteren. Hiervoor moeten o.a. vaardigheden worden ontwikkeld voor het monitoren van elkaars prestatie en het realiseren van een goede werkverdeling.
- Ondersteunend gedrag is het vermogen om adequaat op de behoeften van andere teamleden te anticiperen en te reageren. Zo kunnen vaardigheden worden ontwikkeld waarmee de werklust binnen het team evenwichtig kan worden verdeeld. In teams met NICs gaat het dan om vaardigheden m.b.t. de wijze waarop NICs een rol kunnen spelen bij het handhaven van dit evenwicht.
- Leiding geven aan een team met NICs betreft het vermogen om de activiteiten van de andere teamleden te leiden en coördineren, teamprestaties te beoordelen, taken toe te wijzen, teamkennis en vaardigheden te ontwikkelen, teamleden te motiveren, te plannen en organiseren, en te zorgen voor een positieve sfeer (Salas et al., 2005). Voor leidinggevendenden van teams met NIC-leden komen alle complexiteiten die inherent zijn aan het werken met NIC-teams samen.

C2 Affectieve (emotionele) vaardigheden

Het effectief (veerkrachtig, oplossingsgericht, adaptief) omgaan met tegenslag en spanning. Het (intuïtief) aanvoelen van anderen (empathie, inlevingsvermogen) en het procesgericht kunnen inspelen op, met name, de gevoelens van anderen (emotionele intelligentie). Zelfvertrouwen en geloven in eigen kunnen ('self-efficacy'). Deelaspecten zijn: omgaan met stress (coping, aanpassing), veerkracht, adaptiviteit, cognitieve flexibiliteit, empathie, inlevingsvermogen, zelfvertrouwen, self-efficacy, initiatief, leiderschap.

NICs hebben niet alleen een andersoortige intelligentie, ze hebben ook een ander (i.e., geen) gevoelsleven. Je hoeft geen rekening te houden met eventuele pijn of emotie of met het eigenbelang van NICs. Als een lerende NIC een voorstel of plan heeft gemaakt dan kan hij daar volledig ongefilterde feedback op ontvangen, empathie vanuit de mens is niet nodig. Als een mensachtige NIC in de strijd wordt vernietigd, dan is dat operationeel gezien jammer, maar niet iets om emotioneel over te worden of om over te rouwen. Met NICs hoef je geen medelijden te hebben. Leerdoelen op dit gebied zijn:

- Vertrouwen ontwikkelen, oftewel het gedeelde geloof dat teamleden bepaalde activiteiten zullen uitvoeren die belangrijk zijn voor het team als geheel. NICs zullen niet, zoals menselijke leiders, vertrouwen krijgen op basis van menselijke evolutionaire biases (uiterlijk, status, autoriteit, onszelf 'uitleggen'¹¹). NICs zullen vooral vertrouwen moeten verdienen op basis van hun concrete prestaties (bijvoorbeeld tijdens trainingen) en de mate waarin ze hun beslissingen en gedrag op basis van rationele overwegingen kunnen onderbouwen.
- NICs zijn machines en niet gevoelig voor stressoren en ongemakken, zoals (langdurige) werkdruk, gevaar, pijn, slaapgebrek. Vanwege onze natuurlijke neiging tot antropomorfisme moeten teamleden daarmee mee leren omgaan. Het belang (vooral de moeilijkheid) daarvan neemt toe naarmate NICs een meer menselijke verschijningsvorm hebben.
- Andersom kan het gedrag van mensachtige NICs door medewerkers wellicht als weinig "invoelend" of empathisch worden ervaren. Ook hier moeten medewerkers mee leren omgaan.

C3 Attitudes

Attitude is een generieke, consistente en voorspelbare manier waarop een persoon denkt, voelt en geneigd is zich te gedragen ten opzichte van allerlei zaken in de buitenwereld ('attitude objecten'), zoals bij het uitvoeren van bepaalde taken of functies. Volgens het model van Salas et al. (2005) voor teamfunctioneren is de kerncomponent "team oriëntatie" een belangrijke attitudefactor (zie par 4.1). Team oriëntatie is gedefinieerd als het tijdens de groepsinteractie rekening houden met het gedrag van anderen en de overtuiging dat teamdoelen boven die van het individu staan (Salas et al., 2005). Team oriëntatie is dus breder dan alleen de individuele voorkeur om in een team te werken (Driskell & Salas, 1992). Deelaspecten van attitudes zijn: integriteit, eerlijkheid, moed, teamspeler, sneuvelbereidheid, motivatie, bevlogenheid, volhardendheid, (non-)conformisme, output gericht en trots op je werk.

NICs zullen over het algemeen een optimaal taakgerichte set van attitudes beschikken. Ze zijn altijd beschikbaar, bereid, opofferingsgezind en hebben in principe geen eigen verborgen agenda's gericht op persoonlijke en ego- doelen. Mensen zitten wat dat betreft anders (en complexer) in elkaar. NICs hebben dus in principe een optimale taakgerichte attitude, zonder eigenbelang en kunnen dus veel meer als dan menselijke collega's "instrumenteel" worden benaderd. Een mensachtige NIC kan bijvoorbeeld zonder enige scrupules de opdracht krijgen om een "zelfmoordmissie" uit te voeren, i.e., een opdracht uit te voeren waarbij de kans groot is dat hij het niet zonder schade zal doorstaan. Dit verschil kan vooral een rol gaan spelen als NICs een mensachtige verschijningsvorm krijgen.

¹¹ Ook wel 'explainability' genoemd.

- Mensen moeten leren dat NICs volledig taakgericht en instrumenteel kunnen worden benaderd, zonder dat dit (behalve materieel gezien) nadelige consequenties heeft (zowel voor NIC als voor mens).

C4 Omgevingsbewustzijn en aanpassingsvermogen

Omgevingsbewustzijn is het begrijpen en onderkennen van contextuele factoren (missie, doelen, doctrines) die van invloed zijn op de taakuitvoering en het effectief omgaan met veranderingen daarin. Het betreft daarbij ook de minder goed voorspelbare of tastbare (ethische, gevoelsmatige) factoren die van belang kunnen zijn en die op een weloverwogen moeten worden meegenomen bij het maken van een beslissing. Deelaspecten zijn: ethiek, wijsheid, mensenkennis, organisatiebewustzijn, politiek, diplomatie, strategisch denken, flexibiliteit en adaptiviteit.

Alleen NICs gebaseerd op zeer sterke KI zullen in staat zijn tot het toepassen van omgevingsbewustzijn en aanpassingsvermogen. Vooralsnog zullen taakonderdelen die dergelijke eigenschappen vergen eerder bij mensen worden belegd. Zij moeten zich realiseren dat NICs meer volgens bepaalde vastliggende regels zullen beslissen, waar ze minder snel van zullen afwijken op basis van minder tastbare (“tangible”) en concrete (“gevoelsmatige”) informatie (Russell & Norvig, 2014; Boulanin & Verbruggen, 2017). NICs zullen bijvoorbeeld meer analytisch en consequent met problemen omgaan en daarbij alle factoren zoveel mogelijk op een vaststaande manier meewegen. Ze zijn rationeel en minder geneigd tot mensachtige bias in hun besluitvorming en gedrag. Alles bij elkaar kunnen deze eigenschappen, vanuit een zuiver technisch en rationeel perspectief, beter zijn, maar het kan ook problemen opleveren qua wederzijds begrip en onderling vertrouwen. Leerdoelen betreffen:

- Het leren omgaan met beperkingen van NICs op het gebied van omgevingsbewustzijn en aanpassingsvermogen.

5.3 Overzicht m.b.t. (veranderingen in) generieke leerdoelen

5.3.1 Toenemende vs afnemende relevantie van leerdoelen

De tabel aan het slot van deze Paragraaf (Paragraaf 5.3) geeft een overzicht van de (veranderingen in) generieke leerdoelen van het onderhavige hoofdstuk¹². Daarbij is aangegeven welke generieke leerdoelen echt nieuw zijn en welke generieke leerdoelen meer nadruk krijgen¹³. De meeste generieke leerdoelen op het gebied van het uitvoeren van militaire taken en het samenwerken in militaire teams zijn nog steeds relevant en zullen dus moeten worden beheerst. Alleen zal het in het algemeen gelden dat de taken of taakonderdelen die feitelijk door NICs worden overgenomen niet meer tot op hetzelfde competentieniveau door menselijke teamleden hoeven te worden beheerst. Dat kan natuurlijk in een substantiële vermindering van de benodigde trainingsinspanning opleveren.

¹² Tabel 1 gaat uit van leerdoelen voor de mens.

¹³ Ofschoon de generieke leerdoelen in principe altijd van belang worden als er NICs aan een team worden toegevoegd, zal de mate waarin die veranderingen gelden natuurlijk wel afhangen van de specifieke rol van de NICs in een team.

De leerdoelen die daardoor minder nadruk krijgen, zijn moeilijk generiek aan te geven omdat die heel sterk worden bepaald door het specifieke takenpakket dat een bepaalde NIC van de mens overneemt. Als NICs bijvoorbeeld zware fysieke lasten dragen of als ze de kans en impact van *collateral damage* uitrekenen, dan hoeven mensen die taken in principe minder volledig te beheersen. Wél moeten deze taken, en de rol die de NIC hierbij speelt, goed door de andere teamleden kunnen worden begrepen en in enkele gevallen (bij mogelijke NIC uitval) kunnen worden overgenomen. In principe kunnen NICs een bijdrage leveren aan de uitvoering van alle typen taken en kunnen alle leerdoelen dus voor verminderde nadruk in aanmerking kunnen komen. Wel kan er van worden uitgegaan dat taakonderdelen die een beroep doen op kwaliteiten waar NICs in uitblinken het eerst van mensen zullen worden overgenomen. Daarbij kan worden gedacht aan taakonderdelen die een beroep doen op dienstbaarheid of op opofferingsgezindheid, sensor- en dataverwerkingscapaciteiten, betrouwbaarheid en objectiviteit. Het volledige overzicht van dergelijke kwaliteiten was samengevat in Paragraaf 3.8.

5.3.2 *Leerdoelen voor lagere en hogere militaire niveaus*

Naast toe- en afnemend gewicht, of relevantie, van toekomstige leerdoelen in het algemeen, kan de relevantie van leerdoelen ook verschuiven tussen niveaus waarin militairen opereren, bijvoorbeeld tussen manschappen, onderofficieren en officieren. Op het niveau van manschappen zullen andersoortige taken moeten worden uitgevoerd dan op dat van officieren. Dit zal implicaties hebben voor de aard van de leerdoelen in de desbetreffende echelons. In het algemeen zullen manschappen bijvoorbeeld vaker fysieke taken uitvoeren, terwijl officieren veel meer met conceptuele en hogere cognitieve taken bezig zijn. Dit betekent dat voor manschappen fysieke leerdoelen, zoals het omgaan met de grotere fitheid en kracht van NICs, belangrijker worden. Voor officieren ligt de nadruk veel meer op cognitieve taken zoals inhoudelijke kennis over NICs en cognitieve vaardigheden (beslisondersteuning door NICs). Dat betekent dat voor officieren veel hogere eisen zullen gelden op het gebied van inzicht in de specifieke kwaliteiten en beperkingen van het 'denken' van NICs en inzicht in het mens-machine systeem als geheel.

Op basis van dit bovenstaande overwegingen is in tabel 1 aangegeven in hoeverre leerdoelen veranderen voor de verschillende militaire niveaus (nieuwe leerdoelen, meer nadruk). We hebben daarbij onderscheid gemaakt tussen drie 'echelons' van manschappen (laag), onderofficieren (midden) en officieren (hoog). Onder het voorbehoud dat dit nog vrij speculatief is valt het daarbij op dat de meeste veranderingen zullen plaatsvinden op het middelste niveau. Oftewel: de onderofficieren zullen mogelijk van alle NIC-markten thuis moeten zijn. Daarnaast verwachten we dat er, in tegenstelling tot fysieke en cognitieve leerdoelen, voor mentale vaardigheden weinig verschil is tussen deze drie echelons. Het belang van dit type leerdoelen (bijvoorbeeld leren op NICs te vertrouwen) zal dus op alle militaire niveaus toenemen.

Tabel 1: Samenvatting van de verwachte (veranderingen in) generieke leerdoelen.¹⁴

| | Nieuwe generieke leerdoelen | Generieke leerdoelen die meer nadruk krijgen | Echelon: Laag (L) Midden (M) Hoog (H) | Samenvatting van generieke leerdoelen ter bevordering van samenwerking met NIC's |
|--|-----------------------------|--|--|---|
| A Fysiek | | | | |
| 1. Fysieke fitheid en kracht | | | L M | - Capaciteiten (kracht, vermogen) op het gebied van grof en (extreem) zwaar of gevaarlijk motorisch werk ('spierkracht' en voortzettingsvermogen) op een adequate manier aan NICs overlaten. |
| 2. Perceptief-motorische leerdoelen | | | L M | - Snel kunnen schakelen als de controle door de mens moet worden overgenomen* - Gezamenlijk besturen of sensor- en observatietaken uitvoeren van één of verschillende semi-autonome platforms - Handhaven van SA (vigilantie), preventie van gemakzucht ('complacency'). |
| B Cognitief | | | | |
| 1. Procedurele vaardigheden | | | L M | - NIC op de juiste manier leren 'bedienen of aansturen' - Beslissen wanneer NIC in te zetten in relatie tot de context, taak, doelen en doctrines van de missie |
| 2. Feitenkennis, regels, gegevens, procedures | | | L M H | - Kennen van de geldende regels, procedures en doctrines t.a.v. de NIC inzet* - Weten wanneer, waarvoor en hoe de NIC moet worden ingezet in relatie tot de context, taak, doelen en doctrines van de missie* |
| 3. Inhoudelijke kennis, mentale modellen, cognitieve schema's, begrip, inzicht | | | M H | - Begrip en inzicht in onderliggende systeemeigenschappen van de NIC ("AI-aware humans") Begrip en inzicht m.b.t. specifieke NIC kwaliteiten en beperkingen* - Begrip en inzicht m.b.t. de complexiteit van <i>taken</i> vanuit het perspectief van NICs gegeven de missie en omstandigheden - Begrip en inzicht m.b.t. de <i>omgevingscomplexiteit</i> vanuit het perspectief van NICs - Begrip en inzicht m.b.t. voorspelbaarheid van het gedrag (beslissingen, biases) van NICs - Begrip en inzicht m.b.t. de specifieke kenmerken en kwaliteiten van NICs en die van het mens machine systeem als geheel* |
| 4. Cognitieve vaardigheden, probleemoplossen | | | M H | - Vaardigheden om goed (adaptief en creatief) te kunnen omgaan met de andersoortige intelligentie en kwaliteiten van NICs - Creatief vermogen om voor complexe problemen te bedenken wanneer, waarvoor en hoe NICs het meest effectief kunnen worden ingezet in relatie tot de taak, doelen, andere middelen en doctrines van de missie* - Leren omgaan met soms moeilijk te begrijpen cognitieve mogelijkheden en beperkingen van NICs |

¹⁴ Met een sterretje zijn die leerdoelen aangegeven die in de Workshop het belangrijkste werden gevonden.

| C Mentaal | | | | |
|---|--|--|-------|---|
| 1. Sociale (team) vaardigheden | | | L M H | <ul style="list-style-type: none"> - Vaardigheden om een boodschap of informatie naar de NIC zo over te brengen dat ook kan worden gecontroleerd of de boodschap juist is ontvangen en is geïnterpreteerd - Vaardigheden om goed met NICs te communiceren (zodat gemeenschappelijke informatie en kennis ontstaat)* - Rekening houden met de mate en manier van interactie die bij de NIC past - Vaardigheden voor het monitoren van elkaars prestatie in het team en het realiseren van een goede werkverdeling - Leren omgaan met de wijze waarop NICs een rol kunnen spelen bij het handhaven van een evenwichtige werklastverdeling - Leidinggeven aan een team met NICs, waarbij alle bovengenoemde leerdoelen nog eens extra samenkomen |
| 2. Affectieve (emotionele) vaardigheden | | | L M H | <ul style="list-style-type: none"> - Vertrouwen ontwikkelen in prestaties van NICs (mogelijk ondanks beperkte vermogens zich te kunnen 'uitleggen')* - Leren omgaan met (beheersen van) de eigen natuurlijke neiging tot antropomorfisme - Leren omgaan met vooralsnog weinig empathisch gedrag van NICs |
| 3. Attitudes | | | L M H | <ul style="list-style-type: none"> - Leren om NICs bij het samenwerken zuiver taakgericht en instrumenteel te benaderen |
| 4. Omgevingsbewustzijn en aanpassingsvermogen | | | L M H | <ul style="list-style-type: none"> - Leren omgaan met mogelijke beperkingen van NICs op het gebied van omgevingsbewustzijn en aanpassingsvermogen |

5.4 Toetsen d.m.v. gaming

Om de hierboven beschreven resultaten te toetsen is het *Intelligent Collaborator Game* (ICG) concept ontwikkeld dat door militaire stakeholders gespeeld kan worden om te bepalen wat volgens hen de belangrijkste leerdoelen voor het samenwerken met NIC's zouden moeten zijn. Het spel kent 4 rondes en kan met verschillende teams van ongeveer 4 personen gespeeld worden. Het ICG spel is toegepast in een workshop, zie 5.4.2.

5.4.1 *Het spelconcept*

De ICG draait om een pelotonsmissie waarin het peloton informatie ontvangt over een vijandelijke groep in een landhuis. Deze vijandelijke groep dient uitgeschakeld te worden en het peloton bereid zich voor op een aanval ("Hasty attack"). Het interventieteam bestaat zowel uit mensen als NICs. Dit scenario is ontwikkeld in een ander deelproject (WP100) binnen het BIHUNT programma. Zie Benda et al. (in druk) voor het volledige scenario.

SCENARIO 2 - NICS EXCLUDED



APPROACH

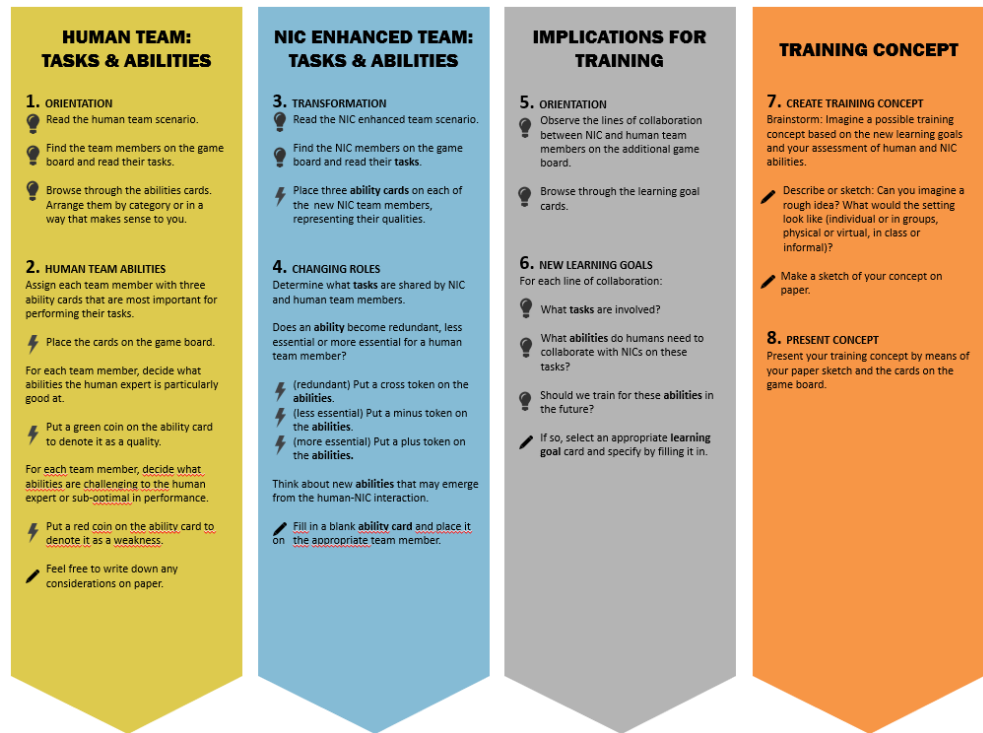
- While on an overt reconnaissance mission, troop commander (Lieutenant Bob) receives trustworthy intelligence about potential enemy soldiers and their expected location.
- Troop commander orders his troop to take up defensive positions and orders one section to take an overwatch position at the top of a nearby hill. Meanwhile, a Raven UAV is deployed to perform local aerial surveillance.
- A section commander proposes collecting additional information on what seems to be a villa down the road. A recon team is deployed to investigate the villa.
- The troop commander would like to use the Raven to gain additional information, but decides it would be too easily detected.
- Armed enemy soldiers are patrolling the area. The commander orders the recon team to take pictures of the enemy soldiers and potential high value targets in the area. After sharing the pictures with the units back at the compound and consulting with the squadron commander, the troop commanders orders a hasty attack on the villa.

HASTY ATTACK

- The soldiers assume a 'staggered line' formation and move to contact. 4 minutes later the troop opens fire and shortly after receive effective enemy fire. The troop takes cover and returns suppression fire.
- The Raven is sent to take position over the villa in an attempt to track enemy ground personnel. After a while, the operators notice inbound reinforcing enemy soldiers on foot and inform the commander.
- During the attack, the overwatch provides heavy weapons support. After a while, the forward observer recognizes two technicals equipped with heavy machine guns entering the vicinity. After engagement, Battle Damage Assessment is performed and shared with the troop commander.

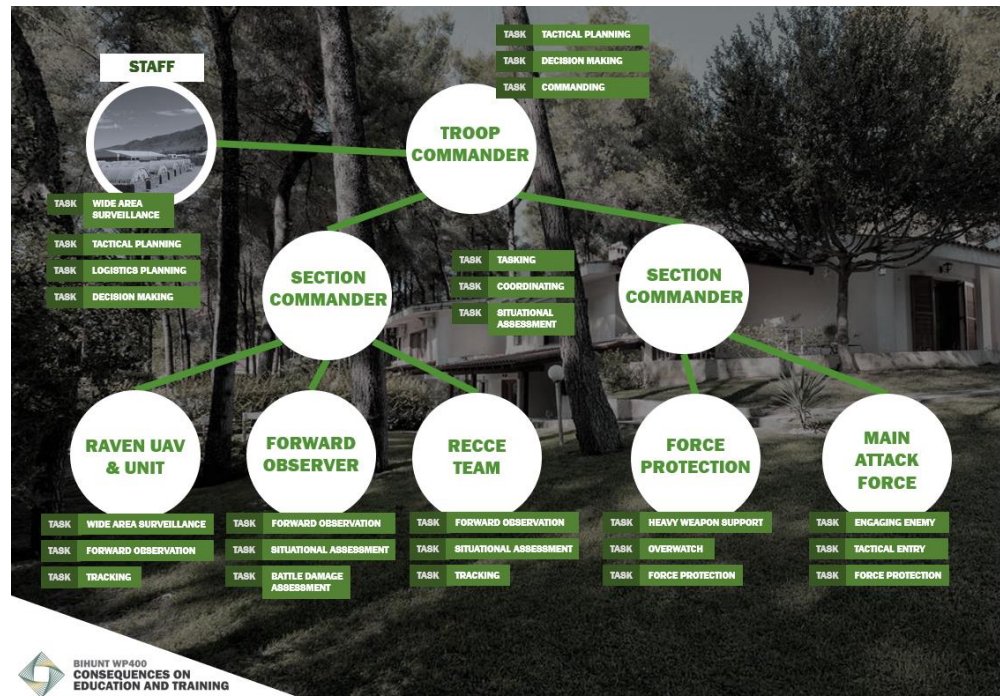
Figuur 4 Scenariobeschrijving 'Hasty Attack'.

Om het spel te spelen worden eerst de deelnemers over groepen van idealiter vier personen verdeelt. De groepen werken parallel en bespreken welke taken de teamleden moeten uitvoeren, welke kwaliteiten hiervoor nodig zijn en wat voor toekomstige leerdoelen hieruit kunnen worden opgemaakt. Hierbij faciliteerde het spel door het geven van een aantal stappen of ronden. De groepen maken onderscheid tussen een situatie met een menselijk team en een team versterkt met NICs, een hybride team. De spelstappen zijn in Figuur 5 weergegeven in de spelproces kaarten. In de eerste ronde wordt gekeken naar de taken en kwaliteiten in een team dat bestaat uit mensen. In de tweede ronde wordt geïnventariseerd hoe deze taken en het gebruik van kwaliteiten verschuift wanneer er NIC's aan een team worden toegevoegd. In de derde ronde gaan de deelnemers aan de slag met leerdoelen die uit de samenwerking met NIC's voortkomen. De laatste ronde faciliteert het nadenken over een geschikt trainingsconcept.



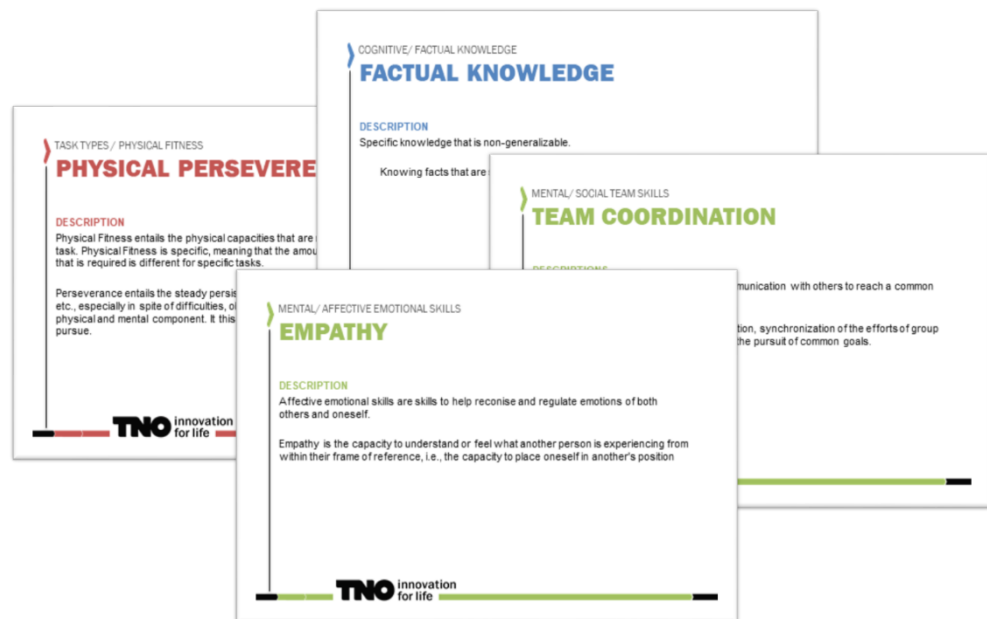
Figuur 5 Spelproces kaart.

De teamleden en hun taken worden weergegeven op een spelbord, zie Figuur 6 hieronder.



Figuur 6 Spelbord.

De verwachte kwaliteiten, beperkingen en leerdoelen per deelnemer worden aangegeven met kaarten (zie Figuur 7) op het spelbord.



Figuur 7 Een aantal kaarten uit de kaartenset 'kwaliteiten'.

5.4.2 Workshop

Met behulp van de in Paragraaf 5.4.1 beschreven materialen is op 28 mei 2018 een workshop gehouden met twee parallele groepen van elk 4 personen.

Het doel van deze workshop en spelconcept was:

- Het delen van de kennis opgedaan in dit project.
- Het toetsen van de toepasbaarheid van de opgedane kennis over mens/NIC kwaliteiten, beperkingen en leerdoelen in een werkelijk scenario. Daarmee ook het verbinden van de kennis van werkpakket scenario (WP200) en werkpakket O&T (WP400).
- Het vormen van eerste gedachten over eventuele leeroplossingen.

5.4.3 Gegevensverzameling en analyse van de resultaten

Tijdens de workshop hebben de deelnemers een selectie gemaakt van verwachte taken, kwaliteiten, beperkingen en leerdoelen, door deze te selecteren uit de set spelkaarten. Daarnaast hebben de deelnemers met pionnen aangegeven welke kwaliteiten wel of niet specifiek bij mensen horen, en welke kwaliteiten mogelijk in de toekomst door samenwerking met NICs meer of minder essentieel worden. Eventuele aanvullende overwegingen zijn op de kaarten genoteerd en daarnaast zijn er notulen bijgehouden van de discussie in de twee groepen. De uiteindelijke staat van het spelbord werd door middel van een foto vastgelegd.

De resultaten zijn achteraf geanalyseerd door te kijken naar overlappende keuzes tussen de twee groepen. Op die manier is er gekeken naar kwaliteiten die door beide als relevant, essentieel of redundant werden gezien. Ook werden zo de keuzes van de leerdoelen met elkaar vergeleken.

5.4.4 Bevindingen per spelstap

In de eerste ronde, waarin werd gekeken naar de taken en kwaliteiten in een team van mensen, werden 'Kracht' en 'Voortzettingsvermogen' als belangrijkste kwaliteiten van NICs ingeschat. Uit de tweede ronde kwam naar voren dat het volgende vermogen het moeilijkst door NICs te vervangen zou zijn:

‘Creatief vermogen om voor complexe problemen te bedenken wanneer, waarvoor en hoe NICs het meest effectief kunnen worden ingezet’. Verwacht werd dat de NIC (in eerste instantie) vooral taken over zal nemen die door lager personeel kunnen worden uitgevoerd. Dit zijn bijvoorbeeld fysieke taken en taken die vigilantie en patroonherkenning-skills vergen. Hogere-orde competenties zouden dan vooralsnog bij de menselijke teamleden blijven. In de derde ronde, over het belang van generieke leerdoelen in hybride teams, kwamen de volgende zes generieke leerdoelen voor het samenwerken met NICs als belangrijkste naar voren¹⁵:

- Schakelen tussen mens- en NIC controle (Perceptief-motorische vaardigheid);
- Kennen van de geldende regels, procedures en doctrines t.a.v. de NIC inzet (Feitenkennis);
- Begrip en inzicht m.b.t. de specifieke kenmerken en kwaliteiten van NICs (*AI Aware Humans*) en die van het mens machine systeem (Inhoudelijke kennis);
- Creatief zijn in het genereren van mogelijkheden wanneer, waarvoor en hoe de NIC in te zetten (Cognitieve vaardigheid);¹⁶
- Vaardigheden om goed met NICs te kunnen communiceren (Sociale vaardigheid);
- Vertrouwen ontwikkelen in prestaties van NICs (Affectieve vaardigheid).

De vierde ronde kon vanwege tijdgebrek niet meer worden gespeeld. Globaal kon worden gesteld dat bovengenoemde resultaten van de workshop de inzichten over leerdoelen, zoals die in Tabel 1 zijn weergegeven, niet weerspreken.

¹⁵ Deze leerdoelen zijn in de tabel gekenmerkt door een Asterix (*).

¹⁶ Dit op basis van de regels en in relatie tot de context, taak, doelen en doctrines van de missie.

6 Algemene leerprincipes

In de voorgaande hoofdstukken hebben we beschreven *wat* menselijke teamleden globaal zullen moeten leren om optimaal samen te kunnen werken met een NIC. Een vervolgvraag is *hoe* dit aangeleerd zou moeten worden. Welke didactische benaderingen en principes zijn waarschijnlijk het meest geschikt of van toepassing voor het leren samenwerken met NIC's? Kort gezegd: welke algemene leerprincipes zijn relevant? In dit hoofdstuk brengen we deze leerprincipes in kaart. Daarnaast geven we voorbeelden van best-practices en onderzoeksresultaten op het gebied van relevante onderwijskundige onderwerpen zoals retentie en curriculumontwerp. Deze dienen als richtlijn voor het ontwerpen van O&T concepten voor de mens die met een NIC samenwerkt.

6.1 Didactiek voor het aanleren van de generieke leerdoelen

6.1.1 *Reguliere en algemene moderne leerprincipes*

In Hoofdstuk 5 hebben we geconstateerd dat bij de samenwerking tussen mensen en NICs de nadruk voor de menselijke leerdoelen vooralsnog meer ligt op de cognitieve voorwaarden (goed mentaal model, AI Aware Humans) voor een goede samenwerking en het kunnen nemen van 'hogere orde' beslissingen die inzicht, overzicht en omgevingsbewustzijn vereisen. Daarbij wordt een beroep gedaan op de bekende *21st century skills*, zoals 'creativiteit', 'kritisch denken', 'probleem oplossende vaardigheden', en 'sociale en culturele vaardigheden' (Voogt & Pareja Roblin, 2010). Dergelijke vaardigheden zijn voor militairen zeker niet helemaal nieuw, maar krijgen met de introductie van NICs wel een nieuwe dimensie. In veel onderwijsbenaderingen in het regulier onderwijs wordt ervoor gepleit dit soort *21st century skills* te integreren met vakinhoud, in plaats van de *21st century skills* als nieuwe vakken aan te bieden (Thijs, Fisser, & van der Hoeven, 2014). Dit betekent dat vooral de methode met de daarbij horende didactische benadering hier rekening mee zal moeten houden.

Er is nog te weinig onderzoek gedaan om specifieke richtlijnen of principes te formuleren voor het integreren van *21st century skills*, maar er zijn wel een aantal algemene veranderingen te benoemen over de manier waarop er al geruime tijd naar leren wordt gekeken. Zo is er een verschuiving geweest van didactische methodieken passende bij behavioristische en cognitieve leertheorieën naar (sociaal) constructivistische didactiek (Ertmer, & Newby, 2013).

(Sociaal) constructivisme is een leertheorie waarin het betekenis geven aan ervaringen in relevante contexten centraal staat. Leren moet plaatsvinden in een realistische setting en de leertaken moeten aansluiten op ervaringen die leerlingen al hebben. De nadruk in het leren ligt daarbij niet in het ophalen van bestaande kennisstructuren, maar op stimuleren om zelf nieuwe en situatie-specifieke inzichten te creëren door voorkennis te 'verzamelen' vanuit diverse bronnen die geschikt zijn voor het desbetreffende probleem (Ertmer & Newby, 1993). Dit type leren is daarmee vooral geschikt voor complexe en 'ill-structured' domeinen. Gezegd wordt wel dat de 'lagere' orde cognitieve leerdoelen, zoals procedurele vaardigheden, feitenkennis (en soms ook inzicht) beter ondersteund kunnen worden door meer behavioristische of cognitieve aanpakken en naarmate leerlingen meer kennis verkrijgen constructivistische aanpakken geschikter kunnen zijn

(Jonassen, 1991; Ertmer & Newby, 1993). Ertmer & Newby (1993) vatten goed samen waarvoor een constructivistische benadering vooral relevant is: “...we also need adaptive learners who are able to function well when optimal conditions do not exist, when situations are unpredictable and task demands change, when the problems are messy and ill-formed and the solutions depend on inventiveness, improvisation, discussion, and social negotiation” (pp.63). Verscheidene didactische aanpakken hebben een meer concrete invulling hieraan gegeven. Daarbij kan worden gedacht aan *problem-based learning* (Savery & Duffy, 1995), *experiential learning* (Kolb, 1984) en *Job-Oriented Training* (van der Hulst et al., 2008). Bij deze nieuwe leerparadigma's staat de lerende meer centraal en is deze meer verantwoordelijk voor zijn eigen leerproces. De nadruk verschuift daarmee van doceren naar leren, en van passieve transfer van kennis naar actieve toepassing van ideeën naar problemen.

6.1.2 *Near transfer en far transfer*

Training is altijd gericht op de transfer van bepaalde kennis, vaardigheden of attitudes. Muchinsky, (2003) definieert het als “*the application of knowledge, skills and attitudes acquired during training to the environment in which they are normally used*”. Er worden twee vormen van transfer onderscheiden: near transfer en far transfer. 1) Near transfer vindt plaats als het geleerde in sterk vergelijkbare situaties kan worden toegepast. 2) Far transfer vindt plaats als het geleerde ook in andersoortige omstandigheden kan worden toegepast (Alessi & Trollip, 2001).

- 1 Bij near transfer lijken de taken in de training erg op de taken die uiteindelijk in de praktijk moeten worden uitgevoerd. Van Merrienboer (1997) stelt dat near transfer wordt verworven als de lerende weet wat hij op welk moment moet doen. Een typische manier om near transfer te bewerkstelligen is door ‘**learning by doing**’ en oefenen. Om de lerende in staat te stellen om de te leren taak in een zo breed mogelijke context te laten uitvoeren is het belangrijk dat het oefenen in zo veel mogelijk verschillende omgevingen plaats vindt. Zo is de lerende in staat om bepaalde regels op te stellen waar de omgeving aan voldoet. Dit heet ‘rule-based’ transfer.
- 2 Bij het leren voor een far transfer verschilt de leertaak van de taak in de praktijk. Far transfer is over het algemeen alleen mogelijk als de lerende weet waarom hij bepaalde zaken moet uitvoeren. De leerling moet dan kennis en inzicht hebben die hem in staat stelt te voorspellen of bepaalde acties effectief zullen zijn of niet. Manieren om far transfer te bereiken zijn samen te vatten als ‘**learning by thinking**’. Voorbeelden van taken die leiden tot far transfer zijn: het maken van analyse, het doen van *mindful abstraction* of vergelijkingen, het zoeken van verschillen en het integreren van informatie. Er wordt bij dit type transfer ook wel gesproken over ‘schema-based transfer’.

De termen rule-based transfer en schema-based transfer worden gebruikt om uit te leggen welke mechanismen experts gebruiken in complexe cognitieve taken: “*The typical expert will have domain-specific productions available to solve familiar aspects of the problem almost automatically (procedural overlap), and will have cognitive schemata (conceptual and causal models, goal-plan hierarchies, heuristics, plans) available to understand the non-familiar aspects of the problem in general terms*” (van Merriënboer, 1997, p. 71). Hoewel beide mechanismen dus tegelijkertijd kunnen worden gebruikt, kan er een verschillende nadruk op een van beide liggen. Voor near transfer taken moet de overlap tussen de getrainde taak en de transfer taak groot zijn (Rule-based, Learning by doing).

Naarmate de diversiteit van omstandigheden waarin moet worden opgetreden toeneemt en de transfer taak meer kan afwijken van de trainingsomstandigheden wordt het realiseren van far transfer belangrijker (Schema-based, Learning by thinking).

Met betrekking tot het samenwerken tussen mensen en NICs kan dit onderscheid tussen near- en far transfer van groot belang zijn. Omdat NICs ofwel redeneren vanuit een *if-then* deductie, ofwel vanuit patroonherkenning, zullen NICs zélf eerder gedijen bij training gericht op rule-based transfer (niet te verwarren met rule based AI). Echter de hogere-orde reflectie, die bij schema-based transfer van belang is, zal (waarschijnlijk vooralsnog) bij NICs minder snel aan de orde zijn. Mensen zullen vooralsnog beter in staat zijn om die overkoepelende en hogere-orde vaardigheden, zoals adaptiviteit, improvisatievermogen en verbeeldingskracht, te leren. Een consequentie hiervan is dat 'Learning-by-thinking' voor mensen een grotere rol zal spelen dan nu het geval is. 'Learning by doing' zal juist een kleinere rol innemen in het leerpad van de mens, omdat dit makkelijker en beter door NICs kan worden overgenomen.

6.1.3

Current blijven: blijven presteren in situaties die bijna nooit voorkomen

De verwachting is dat bij de samenwerking tussen mensen en NICs, de mens een belangrijke rol speelt bij onverwachte gebeurtenissen, zoals noodsituaties. Dit betekent dat de mens zich moet voorbereiden op omstandigheden die zelden voorkomen. De manier waarop de mens zich hierop kan voorbereiden hangt af van het type noodsituatie. Wanneer de oplossing voor het probleem een procedure betreft, is het nuttig om deze procedure extreem goed te kennen en regelmatig te herhalen. Dit omdat de procedures, ook onder hoge stress, makkelijk uitgevoerd moeten kunnen worden. De mate waarin het niveau van kennis, vaardigheden en attitudes in stand wordt gehouden heet retentie. De retentie van verschillende vaardigheden als gevolg van bepaalde trainingen verschilt en is voor procedures over het algemeen laag (Sanli & Carnahan, 2018). Regelmatige *currency training* zorgt er dan voor dat de kennis van weinig voorkomende procedures op peil blijft.

Weinig voorkomende situaties, zoals noodsituaties zijn vaak *complex* en *ill-structured*. Het volgen van bekende, vastliggende procedures biedt voor dergelijke situaties weinig soelaas. Hier gaat het meer om het leren nemen van de juiste beslissingen, veelal onder druk. Hierop kunnen mensen worden voorbereid door het ontwikkelen van diep begrip van de situatie en het probleem in al zijn facetten. Vaak wordt hiervoor gerefereerd naar de term 'intuïtief beslissen'. Voor het leren daarvan moet een training volgens Hartog (2009) voldoen aan de volgende vier eisen:

- 1 Voldoende oefening
- 2 Een gevarieerd aanbod aan chronologisch opgebouwde scenario's
- 3 Verschillende typen relevante cues
- 4 Feedback die op het juiste moment wordt aangeboden.

Doordat de leerling bepaalde cues ophaalt uit de context in combinatie met de juiste feedback op het juiste moment, kan de lerende de juiste combinatie van cues of patronen en acties aanleren (Cannon-Bowers & Bell, 1997, Klein, 1997, 1998). Uiteindelijk zal dit leiden tot een beter of dieper begrip. Dit kan op zijn beurt weer leiden tot capaciteiten voor het tijdig nemen van de juiste beslissing op momenten waarop het vermogen of de autoriteit daartoe bij de NIC ontbreekt.

De mogelijkheden om dit in voldoende mate *live* te trainen worden steeds meer beperkt, enerzijds door het vaak 'niet beschikbaar zijn' van alle betrokkenen tijdens de trainingsmomenten en anderzijds doordat de trainingen op zich onder druk staan door allerlei financiële, juridische of praktische beperkingen. Daarom wordt steeds meer gebruik gemaakt van innovatieve alternatieven, zoals synthetische en *embedded* leeromgevingen (bijvoorbeeld trainingssimulatie, gaming). Daarbij worden ook steeds vaker nieuwe media gebruikt om leeromgevingen te creëren waarin de lerenden meer zelfstandig en doelgericht kunnen oefenen of ervaringen kunnen uitwisselen. Op die manier kunnen uitzonderlijke situaties die weinig voorkomen, of die moeilijk onder realistische omstandigheden te trainen zijn, voldoende frequent worden geoefend.

6.2 Teamontwikkeling (lerende teams en hun opwerking) in het algemeen

Om een team goed te kunnen laten functioneren is individuele opleiding, al of niet gesimuleerd of in de echte taakomgeving, niet voldoende en moet vaak veel als collectief worden getraind. Volgens het *Stages of Team Development Model* van Tuckman (1965) en het *Mate Model* van TNO (Sassen & t' Hart, 2008) ontwikkelt een (goed) team zich tijdens zo'n leerproces volgens vier fasen die onvermijdelijk en noodzakelijk zijn om als team goed te kunnen presteren en groeien.

- 1 De eerste fase is de *Forming fase* (of de *Initiatiefase*), waarin de teamleden voor het eerst bij elkaar komen en elkaar leren kennen. In deze fase is het team vooral bezig met het oriënteren op de taken en op elkaar. Grenzen worden daarbij verkend, zowel op taken en verantwoordelijkheden en op het interpersoonlijke vlak.
- 2 Daarna volgt de *Storming fase* (of *Confrontatiefase*) waarin grenzen niet meer worden afgetast, maar juist worden vastgesteld. Dat gaat niet zonder slag of stoot. De teamleden redeneren vanuit hun eigen perspectief en leggen daarbij prioriteit bij het verdedigen van persoonlijke visie en belangen en dus nog niet bij die van het team als geheel. Dat gaat vaak niet helemaal zonder openlijk conflict en verschil van mening.
- 3 Hierna volgt de *Norming fase* (*Conformatiefase*), waarin de onderlinge weerstand is overwonnen en er meer een "wij-gevoel" ontstaat van groeiende groepscohesie en -loyaliteit. Er is sprake van toenemende acceptatie van rollen en onderlinge relaties, waarbij gezamenlijke afspraken worden gemaakt en teamnormen duidelijk worden. Er wordt meer persoonlijke en intieme informatie met elkaar gedeeld.
- 4 Tot slot komt een team in de *Performing Fase* (*Prestatiefase*), waarin de teamleden zich richten op het behalen van een optimale prestatie door goed met elkaar samen te werken. In deze fase is er grote betrokkenheid bij het team en de teamdoelen; men voelt verbondenheid en er is onderling vertrouwen, waardoor er een open communicatie met constructieve feedback ontstaat. Omdat de energie en focus van het team gericht wordt op de taakuitvoering worden rollen wat meer flexibel en functioneel.

Tuckman heeft als aanvulling op zijn eerste model nog een vijfde fase toegevoegd, i.e. de *Adjourning fase* (Tuckman & Jensen, 1977). Hierin zijn de taken voltooid en houdt het team in zijn originele vorm op te bestaan, wat soms zwaar kan vallen. In navolging van het *Mate Model* nemen we deze fase in onze analyse niet mee omdat bij militair optreden inzicht in de eerste vier fasen van belang is.

Hybride teams met mensen en NICs zullen zich mogelijk, of zeer waarschijnlijk, ook volgens een dergelijk fase-model stapsgewijs ontwikkelen. Het kan echter zijn dat dit met betrekking tot het feitelijke gedrag van de menselijke teamleden t.a.v. de NIC leden dan nét iets anders verloopt. Wellicht worden de NICs bijvoorbeeld in de *storming* fase wat meer ontzien, gespaard of genegeerd en/of delen ze minder in de onderlinge verbondenheid, loyaliteit en het “wij gevoel” of gelden er rond NICs andere normen en omgangsvormen. Een NIC wordt een onderdeel van de groep, maar waarschijnlijk niet precies op dezelfde manier als een mens dat is. Er zijn in de literatuur vooralsnog geen voorbeelden van samenwerking met NIC teamgenoten, dus het blijft gissen hoe teamvorming er in de praktijk uit zal zien. In ieder geval zal bij het werken aan de generieke leerdoelen rekening moeten worden gehouden met de mogelijke effecten van NICs op de teamontwikkeling.

7 Conclusies

Op niet al te lange termijn zal kunstmatige intelligentie (KI) de mens op vele gebieden gaan evenaren en overtreffen. Daardoor zullen intelligente systemen veel complexe taken van de mens kunnen overnemen of nieuwe capaciteiten kunnen toevoegen en zullen deze steeds meer de rol van teamlid binnen menselijke teams gaan innemen. Ook in militaire optreden is de verwachting dat dergelijke *Non-human Intelligent Collaborators* (NICs) alleen maar vaker, meer en dominant ingezet gaan worden. Hoewel het moeilijk te voorspellen is wat er dan precies gaat veranderen, is wel zeker dat de intensiteit, diversiteit en frequentie van interacties tussen mens en NIC toe zullen nemen. In dit verband hebben we in het onderhavige rapport een analyse uitgevoerd naar de algemene consequenties hiervan voor de toekomstige leerdoelen van militairen en hieruit voortvloeiende relevante leerprincipes.

7.1 Kwaliteiten van mensen en NICs

De samenwerking en taakverdeling tussen mensen en NICs zal in belangrijke mate worden bepaald door de wederzijdse specifieke kwaliteiten. Zo zullen taken of taakonderdelen die een beroep doen op kwaliteiten waar NICs in uitblinken minder (of minder volledig) door mensen beheerst hoeven te worden, waardoor hier waarschijnlijk minder op zal hoeven te worden getraind. Nu al zijn KI systemen bijvoorbeeld veel beter dan mensen in het logisch en rekenkundig correct vergaren (selecteren) en verwerken (wegen, prioriteren, analyseren, combineren) van grote hoeveelheden data. Dit doen ze snel, nauwkeurig en betrouwbaar. Ook zijn ze stabiel, kennen ze geen stress en emoties en beschikken ze over een groot voortzettingsvermogen en een veel betere retentie van kennis en vaardigheden dan mensen. Als machine staan ze volledig en zonder eigenbelang ten dienste van de mens. Als NICs op basis van deze kwaliteiten taken, of taakonderdelen, van mensen overnemen, dan blijft het belangrijk dat de mens die taken tot op zekere hoogte blijft beheersen, zodat hij taken kan overnemen als de NIC uitvalt. Daarnaast zal de mens zijn specifiek menselijke kwaliteiten (dus waar de mens relatief goed in is) extra moeten gebruiken en daar nóg beter in moeten worden.

Mensen zijn in het algemeen beter dan NICs geschikt voor een veel breder spectrum aan cognitieve en sociale taken onder een grote diversiteit aan (onvoorziene) omstandigheden en gebeurtenissen. Tevens zijn mensen vooralsnog beter in de onderlinge psychosociale interactie. Het is voor NICs bijvoorbeeld lastig om menselijke taal en symboliek te interpreteren. Daar is een heel uitgebreid referentiekader voor nodig wat, in ieder geval tot op heden en voor de nabije toekomst binnen de KI, moeilijk te realiseren is. Mensen zijn door dit alles vooralsnog beter in het (als flexibel team) reageren op onverwachte en onvoorspelbare situaties en het creatief bedenken van mogelijkheden en oplossingen in open en *ill-defined* taken en over een breed scala aan verschillende, en mogelijk onverwachte omstandigheden.

7.2 Teamfunctioneren

Wat de samenwerking in teams (teamfunctioneren) betreft lijken drie zgn. *coördinatiemechanismen* kritisch voor een goede samenwerking van mensen met NICs in een team. Dit zijn: 1) Closed-loop communicatie, 2) Gedeelde mentale modellen en 3) Vertrouwen. Het gaat hierbij om het wederzijds overbrengen van informatie tussen teamleden, het onderling begrip (daarvan) en het vertrouwen in elkaar en in elkaars prestaties. Daarnaast wordt verondersteld dat NICs op basis van hun kwaliteiten (en voorlopige beperkingen) voorlopig niet zullen uitblinken in zaken als het aanvoelen van-, en gericht zijn op anderen, i.e. de *teamoriëntatie*. Het zijn meer expert-systemen die zich vooral richten op de inhoudelijke aspecten van de taak en op het snel, objectief en nauwkeurig verwerken van veel data. Het gaat daarbij vooral om expertise en specialisatie op specifieke gebieden ('focus'), niet om flexibiliteit en/of sociale, generieke en domein-overstijgende vermogens. Het is nuttig om onderscheid te maken tussen *taskwork* en *teamwork*. Om als team goed te kunnen presteren zijn beide typen activiteiten noodzakelijk. Voor mensen in hybride teams zullen nieuwe leerdoelen en leerdoelen met meer nadruk vooral betrekking hebben op teamwork aspecten zoals samenwerking, communicatie, coördinatie en leiderschap. Dit verwachte belang van menselijke hogere-orde competenties werd in een workshop met Defensie stakeholders bevestigd. Het bovenstaande gaat niet op voor teams die grotendeels uit gelijke of identieke teamleden bestaan, bijvoorbeeld een zwerm kleine drones. Als dergelijke teams kunnen bestaan uit allemaal NIC klonen dan zullen ze elkaar veel sneller en beter begrijpen en makkelijker op elkaars gedrag anticiperen en taken kunnen verdelen. Hierdoor kan de onderlinge samenwerking veel sneller en effectiever worden dan wat voor mensen ooit haalbaar is. Dit 'goal coordination' effect (Bostrom, 2014) wordt nog groter als NICs deel uitmaken van één geïntegreerd systeem of algoritme (bijvoorbeeld zelfrijdende auto's). De onderlinge afstemming verloopt dan volledig automatisch en optimaal en de kans op miscommunicatie wordt tot vrijwel nul gereduceerd.

7.3 Generieke leerdoelen

Op basis van de geïnventariseerde kenmerken (kwaliteiten, beperkingen, teamaspecten) van NICs is een analyse en overzicht gemaakt van de nieuwe en veranderende generieke leerdoelen voor functionarissen die in militaire teams met NICs moeten gaan samenwerken. Daarbij is aangegeven welke generieke leerdoelen echt nieuw zijn (met name op basis van samenwerkingsverschillen), welke generieke leerdoelen meer en welke minder nadruk krijgen (vooral op basis van verschil mens-NIC). Hieruit kwam naar voren dat procedurele kennis, feiten kennis en sociale vaardigheden meer nadruk krijgen en dat er vooral echt nieuwe competenties zullen moeten worden ontwikkeld op het gebied van inhoudelijke kennis (begrip), cognitieve vaardigheden, affectieve vaardigheden, attitudes en omgevingsbewustzijn/aanpassingsvermogen.

Wat in onze optiek vooral van belang is betreft het verkrijgen van inzicht en leren omgaan met de paradox dat NICs in veel opzichten op mensen zullen lijken, maar dat zeker niet zijn. Dit vereist een goed begrip en inzicht in onderliggende systeemeigenschappen (het *operating system*) van de NIC, oftewel de 'psychologie' van de NIC'.

Hierbij kan worden gedacht aan specifieke NIC kwaliteiten en beperkingen in hun functioneren, die voortkomen uit hun andersoortige intelligentie. We vatten de opbouw van dit soort kennis en begrip onder het concept *AI-Aware Humans*. Op basis hiervan kunnen menselijke teamleden bijvoorbeeld begrijpen dat de NIC vooralsnog een machine zonder bewuste ervaringen is en dus geen 'menselijke gevoelens' heeft, hoe intelligent de NIC ook soms kan zijn (of lijken). Dit inzicht is nodig voor effectieve samenwerking met de NIC, niet alleen om de eigen specifiek menselijke kwaliteiten optimaal te kunnen benutten, maar ook om deze kwaliteiten verder te ontwikkelen. Dit impliceert bij mensen bovendien inzicht op meta-cognitief niveau in de relatief sterke en minder sterke kanten van zijn eigen *operating system* (meta-cognitie). *AI-Aware Humans* lijkt tot slot tevens een belangrijk element van de eerder genoemde drie coördinatiemechanismen van teams, i.e., begrip, communicatie en vertrouwen. Deze drie team-aspecten werden ook in een workshop met Defensie stakeholders genoemd als behorende tot de belangrijkste nieuwe leerdoelen voor mensen in hybride teams.

Ook is gekeken naar leerdoelen die minder nadruk krijgen. Dit bleek echter moeilijk generiek aan te geven omdat deze leerdoelen heel sterk inhoudelijk worden bepaald door het specifieke takenpakket dat een bepaalde NIC van de mens overneemt. De meeste generieke leerdoelen op het gebied van het uitvoeren van militaire taken en het samenwerken in militaire teams zijn nog steeds onverminderd relevant en zullen dus beheerst moeten blijven. Alleen zal het in het algemeen gelden dat de taken of taakonderdelen die door NICs worden overgenomen niet meer tot op hetzelfde competentieniveau door menselijke teamleden hoeven te worden beheerst. Al met al kan dit een substantieel verschil uitmaken voor de trainingsinspanning, alleen kan dit niet in zijn algemeenheid worden aangegeven. Wat betreft verschuivingen en veranderingen van leerdoelen is globaal onderscheid gemaakt tussen niveaus waarin militairen opereren, i.e. manschappen, onderofficieren en officieren. Er is een inschatting gemaakt in hoeverre leerdoelen veranderen voor de verschillende militaire niveaus (nieuwe leerdoelen, meer nadruk). Daaruit bleek dat het belang van leerdoelen het meest verschuift voor het middelste niveau, i.e. voor de onderofficieren. De onderofficieren zullen dus van de onderscheiden drie militaire niveaus het meest van alle NIC-markten (fysiek, cognitief, mentaal) thuis moeten zijn. In tegenstelling tot fysieke en cognitieve leerdoelen zal waarschijnlijk het belang van mentale leerdoelen voor alle drie de echelons veranderen (i.e., toenemen).

7.4 Leerprincipes

Wat de leerprincipes betreft worden er bij het leren voor teams met NICs geen compleet nieuwe leerprincipes verwacht. Wel zijn er nadrukverschillen. De uitdaging om nog meer adaptief, flexibel en creatief te zijn m.b.t. een breed scala aan verschillende ('*ill-defined*' en ongestructureerde) probleemsituaties betekent dat *far transfer* meer nadruk krijgt dan in het huidige trainingslandschap. Bij dergelijke hogere orde vaardigheden is de specifieke context waarin de taken worden uitgevoerd minder relevant. Er zal daarbij, meer dan in de huidige O&T situatie, gebruik gemaakt worden van *schema-based transfer* (o.b.v. *learning-by-thinking*) en minder van *rule-based transfer* (o.b.v. *learning-by-doing*). Aan de andere kant moet de mens leren samenwerken met de NIC.

Omdat een NIC een andere rol in een team vervult dan een mens wordt verwacht dat dit consequenties heeft voor het groepsvormingsproces en het opbouwen van onderling vertrouwen, zoals dit bijvoorbeeld door het *Stages of Team Development Model* van Tuckman (1965) wordt beschreven.

Eén van de verwachtingen is dat in hybride teams de mens een belangrijke rol zal moeten blijven spelen bij allerlei mogelijke gebeurtenissen die weinig voorkomen, zoals *emergencies* of andere onverwachte gebeurtenissen.

Wanneer de oplossing voor dergelijke problemen gebaseerd is op het afwerken van een bestaande welomschreven procedure, is het nuttig om deze procedure zeer goed te kennen en regelmatig te herhalen. Dit omdat de retentie van procedures laag is en omdat de procedures ook onder hoge stress makkelijk uitgevoerd moeten kunnen worden. Weinig voorkomende situaties, zoals *emergencies* zijn echter vaak complex en *ill-structured*. Het kennen van vaste procedures biedt dan geen soelaas. De mens kan zich hierop het beste voorbereiden door een diep begrip van de situatie op te bouwen. Omdat de mogelijkheden om dit 'live' te trainen steeds meer beperkt worden of moeilijk te realiseren zijn, kan daarbij goed gebruik worden gemaakt van alternatieven, zoals synthetische en *embedded* leeromgevingen. Op die manier kunnen situaties die weinig voorkomen worden getraind zodat menselijke teamleden de juiste beslissingen leren nemen op momenten waarop de NIC daartoe niet het vermogen of de autoriteit heeft.

8 Referenties

- Benda, R., Eikelboom, A., Scheepstal, P. van & Vielvoije, M. (in druk). Future operational scenario's for human-NIC collaboration. TNO rapport. Soesterberg: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Bosch, K van den & Toet, A. (2018). *To blink or tot think: That's the question*. Report TNO 2018 R10793. Soesterberg: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Pathts, dangers, strategies*. Oxford UK: Oxford University Press.
- Boulanin, V. & Verbruggen, M. (2017). *Mapping the development of autonomy in weapon systems*. Stockholm International Peace Research Institute. Solna (Swe): SIPRI.
- Cannon-Bowers, J. A., Tannenbaum, S. I., Salas, E., & Volpe, C. E. (1995). Defining team competencies and establishing team training requirements. In R. Guzzo & E. Salas (Eds.), *Teams: Their training and performance* (pp. 101-124). Norwood, NJ: Ablex.
- Driskell, J. E., & Salas, E. (1992). Collective behaviour and team performance. *Human Factors*, 34, 277-288.
- Eikelboom, A., van der Vecht, B., Lamballais Tessensohn, T., van Scheepstal, P., Benda, R., Vielvoije, M. (2018). V1719: *BIHUNT Literature review and use cases across multiple domains*. TNO report TNO 2018 R11103. Soesterberg: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Elands, P., Oggero, S., Peeters, M., Kester, L. & Huizing, A. (2018). Autonomy in the Context of Defense – A Whitepaper *Introducing a novel framework for meaningful human control of autonomous defense systems*. The Hague: TNO Defense, Safety and Security.
- Essens, P., Vogelaar, A., Mylle, J., Blendell, C., Paris, C., Halpin, S., et al. (2005). *Military command team effectiveness: Model and instrument for assessment and improvement*. Soesterberg: Nato HF.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (1993). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50-72.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Article Update: Behaviorism, Cognitivism, and Constructivism: Connecting "Yesterday's" Theories to Today's Contexts. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 65-71.
- Evans, J.S. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology* 59(1), 255-278. doi: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093629.
- Gerla, M., Lee, E-K, Pau, G. (2014). Internet of vehicles: from intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds. *IEEE Worldforum about the Internet of Things (WF-IoT)*, 241-246.
- Giphart, R & van Vugt, M. (2016). *Mismatch*. Amsterdam Uitgeverij Podium.
- Harari, Y.N. (2018). *21 lessons for the 21st century*. London: Jonathan Cape.
- Haselton, M.G., Nettle, D., and Andrews, P.W. (2005). The evolution of cognitive bias, in *The handbook of evolutionary psychology*, (D.M. Buss, ed.) Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons Inc., 724-746.
- Ilgén, D. R., Hollenbeck, J. R., Johnson, M., & Jundt, D. (2005). Teams in organizations: From input-process-output models to IMOI models. *Annual Review Psychology*. 56, 517–543.
- Jonassen, D.H. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational Technology*, 31(9), 28–33.

- Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: mapping bounded rationality. *American Psychologist* 58(9), 697-720. doi: 10.1037/0003-066X.58.9.697.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. New York, USA: Farrar, Straus and Giroux.
- Klein, G. (1997). The recognition-primed decision (RPD) model: Looking back, looking forward. *Naturalistic decision making*, 285-292.
- Klein, G. (1998). *Sources of Power: How people make decisions*. 1998. MIT Press, ISBN, 13, 978-0.
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential Learning, experience as the source of learning and development*. Englewood-Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Korteling, J.E., Brouwer, A.M., Bosch, K. van den, Toet, A., Duistermaat, M. (2016). *Neurowetenschappelijke mechanismen van cognitieve bias* [Neuroscientific mechanisms of cognitive bias]. Rapport TNO 2016 R11451. Soesterberg: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Korteling, J.E., van den Bosch, K. & Voogd, J. (2016). *Effectiviteitsdrivers van O&T simulatoren per taaktype*. Rapport TNO 2017 R11851. Soesterberg: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Korteling, J.E., Helsdingen, A.S., Theunissen, N.C.M. (2013). Serious Games @ Work: Learning job-related competencies using serious gaming. In A. Bakker & D. Derks (Eds) *The Psychology of Digital Media at Work*. Psychology Press LTD / Taylor & Francis Group. pp 123 – 144.
- Korteling, J.E., Oprins, E.A.P.B., Venrooij, W. (2014). *Evaluatie van leerinterventies en teamfunctioneren in dynamische teams*. Rapport TNO 2014 R10243. Soesterberg: TNO Behavioral & Societal Sciences.
- Korteling, J.E., Brouwer, A.M. & Toet, A. (2018). A neural network framework for cognitive biases. *Front. Psychol.*, 03 September 2018 | <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01561>.
- Korteling, J.E., van Meer, J., van Dongen, K. & Kester, L (in druk). *Homo Sophos: Race to the top*. TNO Memo. Soesterberg: TNO Behavioral & Societal Sciences.
- Krokos, K. J., Baker, D. P., Alonso, A., & Day, R. (2009). Assessing Team Processes in Complex Environments: Challenges in Transitioning Research to Practice. In E. Salas, G. F. Goodwin, & C. S. Burke, *Team effectiveness in complex organizations* (pp. 383-408). New York: Routledge.
- Lamballais Tessensohn, T., van der Vecht, B. & Eikelboom, A.R. (2018). How to Cooperate with Intelligent Machines: Lessons for Defence Operations from the Integration of AI and Robotics across Multiple Domains. *23rd International Command and Control Research and Technology Symposium (ICCRTS)*. 6-9 November 2018, Pensacola, FL, USA.
- Leite, I., Pereira, A., Mascarenhas, S., Martinho, C., Prada, R., & Paiva, A. (2013). The influence of empathy in human–robot relations. *International journal of human-computer studies*, 71(3), 250-260.
- Marks, M. A., Sabella, M. J., Burke, C. S., & Zaccaro, S. J. (2002). The impact of cross-training on team effectiveness. *Journal of Applied Psychology*, 87(1), 3-13.
- Merriënboer, J. J. G. van, Jelsma, O. & Paas, F. (1992). Training for reflective expertise: A four-component instructional design model for training complex cognitive skills. *Educational Technology, Research and Development*, 40, 23-43.
- Mills, D., McKittrick, B., Mulhall, P., & Feteris, S. (1999). CUP: cooperative learning that works. *Physics Education*, 34(1), 11.
- Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 30(3), 286-297.

- Premack, D. & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences, special issue: Cognition and Consciousness in Nonhuman Species*. Cambridge Journals. **1** (4): 515–526. doi: <https://doi.org/10.1017%2FS0140525X00076512>.
- Riek, L. D., Rabinowitch, T. C., Chakrabarti, B., & Robinson, P. (2009, March). How anthropomorphism affects empathy toward robots. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction*. pp. 245-246.
- Russell, S. and Norvig, P. (2014). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd ed. Harlow: Pearson Education.
- Salas, E., Milham, L.M., & Bowers, C.A. (2003). Training evaluation in the military: misconceptions, opportunities, and challenges. *Military Psychology*, **15**, 3-16.
- Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C.S. (2005). Is there a "big five" in teamwork? *Small Group Research*, **36**(5), p. 555-599.
- Salas, E., Rosen, M. A., Burke, C. S., & Goodwin, G. F. (2009). The Wisdom of Collectives in Organizations: An Update of the Teamwork Competencies. In E. Salas, G. F. Goodwin, & C. S. Burke (Eds), *Team effectiveness in complex organizations* (p. 39-79). New York: Routledge.
- Sanli, E. A., & Carnahan, H. (2018). Long-term retention of skills in multi-day training contexts: A review of the literature. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **66**, 10-17.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*, **35**(5), 31-38.
- Sheridan, T. B. (2002). Humans and automation: System design and research issues. *Human Factors*, Vol. 39, no. 2, p. 280.
- Shafir, E., and LeBoeuf, R.A. (2002). Rationality. *Annual Review of Psychology* **53**(1), 491-517. doi: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135213.
- Spiro, R.J., Coulson, R.L., Feitovitch, P.J. & Anderson, D.K. (1988). *Cognitive flexibility theory: knowledge acquisition in ill-structured domains*. Technical Report No. 441. Illinois: Un. Of Illinois, Center for the Study of Reading.
- Simon, H.A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics* **69**(1), 99-118. doi: 10.2307/1884852.
- Thijs, A., Fisser, P. & Hoeven, M. van der (2014). *21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs*. Enschede: SLO.
- Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. New York: Borzoi Book published by A.A. Knopf.
- Tooby, J., and Cosmides, L. (2005). Conceptual foundations of evolutionary psychology, in *Handbook of evolutionary psychology*, (D.M. Buss, ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 5-67.
- Tversky, A., and Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science* **185**(4157), 1124-1131. doi: 10.1126/science.185.4157.1124.
- Van der Hulst, A.H., Muller, T.J., Besselink, S., Coetsier, D., Roos, C.L. (2008). Bloody Serious Gaming: Experiences with Job Oriented Training. In: *The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference*. National Training Systems Association.
- Voogt, J., and Pareja Roblin, N. (2010). *21st century skills. Discussienota*. Kennisnet: Zoetermeer.

REPORT DOCUMENTATION PAGE

(MOD-NL)

| | | |
|--|--|--|
| 1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) | 2. RECIPIENT'S ACCESSION NO | 3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO |
| - | - | TNO 2018 R11654 |
| 4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO | 5. CONTRACT NO | 6. REPORT DATE |
| 060.27764 | - | November 2018 |
| 7. NUMBER OF PAGES | 8. NUMBER OF REFERENCES | 9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED |
| 58 (excl. RDP & distribution list) | 54 | Final |
| 10. TITLE AND SUBTITLE | | |
| Effecten van de inzet van Non-Human Intelligent Collaborators op Opleiding & Training [V1719] | | |
| 11. AUTHOR(S) | | |
| Dr. J.E. Korteling, G.C. van de Boer-Visschedijk, MSc, R.A. Boswinkel, MSc, R.C. Boonekamp, MSc | | |
| 12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) | | |
| TNO, P.O. Box 23, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands Kampweg 55, Soesterberg, The Netherlands | | |
| 13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) | | |
| Ministerie van Defensie | | |
| 14. SUPPLEMENTARY NOTES | | |
| The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret. | | |
| 15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) | | |
| <p>Het onderhavige rapport beschrijft de resultaten van één van de vier eerste deelprojecten van het onderzoeksprogramma "BIHUNT Behavioural Impact of Human and Non-human intelligent collaborator (NIC) Teaming" (V1719). Dit deelproject richt zich op de vraag: Met welke consequenties voor Opleiding en Training moet de Nederlandse Defensie rekening houden als militairen en NIC's in teamverband gaan samenwerken? Deze vraag is beantwoord door in een literatuurstudie de huidige kennisgebieden van KI, mens-machine interactie, techniekfilosofie, cognitieve psychologie, teamsamenwerking, en onderwijskunde met elkaar te verbinden. Tevens zijn workshops en discussies hierover gevoerd, debatten gevolgd en toekomstscenario's bestudeerd. Dit heeft geresulteerd in een beargumenteerde visie over hoe we denken dat mens-NIC teams zullen functioneren in de toekomst, wat voor algemene veranderingen in leerdoelen voor menselijke teamleden dit tot gevolg heeft en wat voor algemene leerprincipes hiervoor van belang zijn.</p> | | |
| 16. DESCRIPTORS | IDENTIFIERS | |
| Sociale robotica, cobot, robot, Kunstmatige Intelligentie, teamtraining | samenwerking, non-human intelligence, human-machine teaming, hybride teams | |
| 17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) | 17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) | 17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) |
| Ongerubriceerd | Ongerubriceerd | Ongerubriceerd |
| 18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT | 17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) | |
| Subject to approval MOD-NL | Ongerubriceerd | |

Distributielijst

DEFENSIE

hardcopy NLDA/Projectbureau K&I, Defensie Programma procesbegeleider,
Ir. W.C. Borawitz
C.C.M.P. van de Meulenhof
hardcopy NLDA/Bibliotheek KMA
hardcopy Defensie Programmabegeleider, CLAS/LWC, LKol B.E. de Heer
hardcopy Defensie Projectbegeleider, CLAS/LWC, B.H.S. van Haren
pdf DPLAN/K&I, KTZ C.M. van den Berg
pdf DPLAN/K&I, E.L. Flohr
pdf DMO/JIVC/C4I&I/InformatieBeheer/PDB
pdf CLAS/LWC, MAJMARNNS J. Abma
pdf CLAS/LWC, Maj S.C. Stindt
pdf CLAS/LWC, Maj M.P.J.J.M. Kerstens
pdf CLAS/LWC, B.H.S. van Haren
pdf CLAS/LWC, LKol J.M.H. Groen
pdf CDC/NLDA, Dr. G.C.H. Bakx
pdf CLAS/13X, Maj. M.J.M. Hädicke
pdf 1GNC, Maj I.C. Veltens
pdf CLAS/LTC/SimCen, Maj. D. Zijp
pdf CLAS/LWC/LandWarfare, H.J. v/d Linden
pdf CLAS/LTC, LKol. P. Soldaat
pdf DPLAN/LandOps, Kol M.L.E. Schmidt
pdf DPLAN/LandOps, Maj S.A.N. Mevissen
pdf CLAS/LWC, AOOI G.W.M. Smit
pdf NAVO/SHAPE, LKol A. Verhoeff
pdf CLAS/KCVBD, LKol H.G. Wullems
pdf CZSK/MWC, LKOLMARNNS E.E.R.M. Thomeer
pdf CLSK/AWC, LKol A. Keijzer
pdf UK Army/Concept Development (NLD Exchange), LKol N. Verhoef
pdf VUSTCO, LKol G.E. Jansma
pdf JISTRAC, Kol. J.A. van Dalen
pdf CLAS/OTCMAN, Kol F. Overdiek
pdf DCC, LKol P.A.P. Dekkers
pdf DCC, LKol P.R. 't Hoen
pdf CLAS/DGLC, LKol F.A. Zwarts
pdf DPLAN, LKol A.F. van Daalen
pdf CLAS/FRONT, Kol R. Sillen
pdf CLAS/KC GM, LKol R.J. Plender
pdf CLAS/DT&O, LKol A.C. Theunisse
pdf CLAS/KCT/KCEN, LKol G.J. van Staveren

TNO

hardcopy Archief (locatie Soesterberg)
pdf Referent, R. le Fèvre
pdf Programmaleider (PGL), A.R. Eikelboom
pdf Afdelingshoofd TNO PGL, W.P. Huijsman
pdf Afdelingshoofd TNO PL, E.W. Boot
pdf Projectleider, G.C. van de Boer-Visschedijk
pdf J.E. Korteling
pdf R.C. Boonekamp
pdf R.A.M. Blankendaal
pdf J.H. Kerstholt
pdf N.J.J.M. Smets