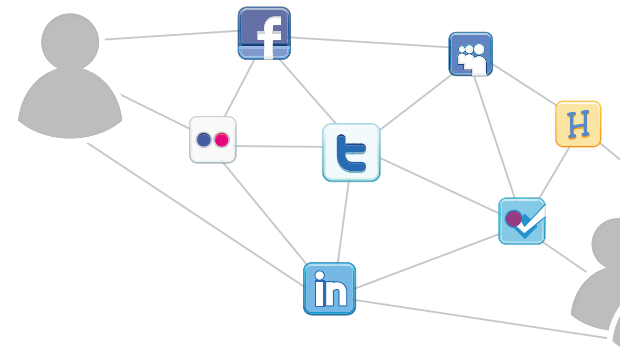


ANALYSE VAN SOCIALE MEDIA



Het gebruik van sociale media overtreft al enkele jaren in ruime mate het gebruik van klassieke media als e-mail (Nielsen, 2009). Voor velen is een bestaan zonder Facebook, Flickr, Hyves, MySpace, FourSquare, LinkedIn en Twitter dan ook niet meer denkbaar. Door de sporen die elke gebruiker van sociale media achterlaat in de vorm van berichtjes, foto's, profielen en vriendschapsrelaties ontstaat er een enorme digitale schatkamer aan informatie. Bij TNO richten we ons al geruime tijd op de ontwikkeling van technieken voor de automatische analyse van sociale media. In deze bijdrage beschrijven we technieken als sentimentanalyse, netwerkanalyse en datavisualisatie. Deze technieken stellen analisten in staat een indruk te krijgen van de activiteit binnen sociale media.

ERIK BOERTJES, ALMERIMA JAMAKOVIC & STEPHAN RAAIJMAKERS

Sociale media bevatten veel en uiteenlopende informatie. Doorgaans zijn sociale media georganiseerd als netwerken. Leden kunnen met andere leden expliciete vriendschapsrelaties aangaan, door elkaar op te nemen in de vriendenlijst. Ook impliciete vriendschapsrelaties zijn mogelijk: personen kunnen hun waardering voor een ander lid uitdrukken zonder dat die persoon in hun vriendenlijst voorkomt.

De netwerkstructuur van sociale media kan formeel worden geanalyseerd, waarbij allerlei netwerkeigenschappen gemeten worden. Deze netwerkeigenschappen bepalen voor een groot deel welke processen zich afspelen op het netwerk. Zo is bijvoorbeeld de snelheid waarmee informatie zich door het sociale netwerk verspreidt vooral afhankelijk van de onderliggende netwerkstructuur. Recente vooruitgangen in socialenetwerkanalyse (Wasserman en Faust (1994); Scott en Carrington (2008)) hebben een verscheidenheid aan praktisch belangrijke netwerkmetrieken opgeleverd die inzetbaar zijn bij onder-

zoek naar sociale verschijnselen.

Een relevant vraagstuk voor het veiligheidsdomein betreft de mogelijkheid om de autoriteit van personen binnen sociale media af te leiden uit geobserveerd gedrag en reacties daarop. Het is interessant om te kunnen inschatten wie de 'opinieleiders' binnen een bepaald forum zijn: personen met veel invloed en volgelingen. Een hieraan gerelateerde vraag is: hoe komt sociale beïnvloeding via sociale media tot stand? Kunnen we voorspellen wat de impact van bepaalde berichten is, en wat het nut zou zijn van interventies in online discussies?

Het visualiseren (inzichtelijk en doorzoekbaar maken) van de grote hoeveelheden informatie binnen sociale media is eveneens een onderzoeksobject. Ten slotte is *anomaliedetectie* in sociale media een interessant onderwerp: kunnen we plotselinge verschuivingen van patronen waarnemen, zoals veranderingen in sentiment of onderwerp?

We gaan in de volgende secties beknopt in op deze vraagstukken.

Autoriteit in sociale media

Waar tekst wordt geproduceerd, is sentiment te vinden: een vaak beknopte expressie van gevoelens en meningen. Bekende voorbeelden zijn te vinden op de vele consumentensites, zoals kieskeurig.nl (bv. elektronica) of rottentomatoes.com (filmbesprekingen). Sentiment is tot op zekere hoogte gecorreleerd met autoriteit: wie veel autoriteit heeft binnen een bepaalde gemeenschap oogst overwegend veel bijval in de vorm van bijvoorbeeld positief commentaar. Daarbij speelt ook het aantal connecties in de sociale context een rol: wie veel bijval krijgt van veel verschillende personen heeft vermoedelijk meer impact dan iemand die slechts van enkele digitale vrienden bijval krijgt. Bijval van personen die zelf ook veel impact hebben lijkt ook belangrijker dan bijval komend van laag-autoritaire personen. Sentiment wordt vaak uitgedrukt als *polariteit* op een driepuntsschaal: negatief, neutraal, of positief, maar ook andere schaalverdelingen zijn mogelijk, zoals gradaties van positiviteit op een 5-puntsschaal.

Dit proces kan worden gemodelleerd met een gewogen graaf, met als knopen personen, en als relaties commentaar, waarbij de relaties gewogen worden met de sentimentwaarde van het commentaar. Een sterk positief commentaar kan bijvoorbeeld een hoger 'gewicht' krijgen dan een lauw commentaar. Een dergelijk netwerkgebaseerd model van autoriteit lijkt sterk op *PageRank* (Brin en Page, 1998), de bekende methode van Google om webpagina's te wegen op basis van binnenkomende en uitgaande verwijzingen (links). Door commentaar te beschouwen als binnenkomende links (ontvangen commentaar) of uitgaande links (gegeven commentaar) en ze te 'kleuren' met de sentimentwaarde van het commentaar (positief, negatief) verkrijgen we een met sentiment gewogen versie van PageRank. Deze gewogen graaf leent zich vervolgens voor het

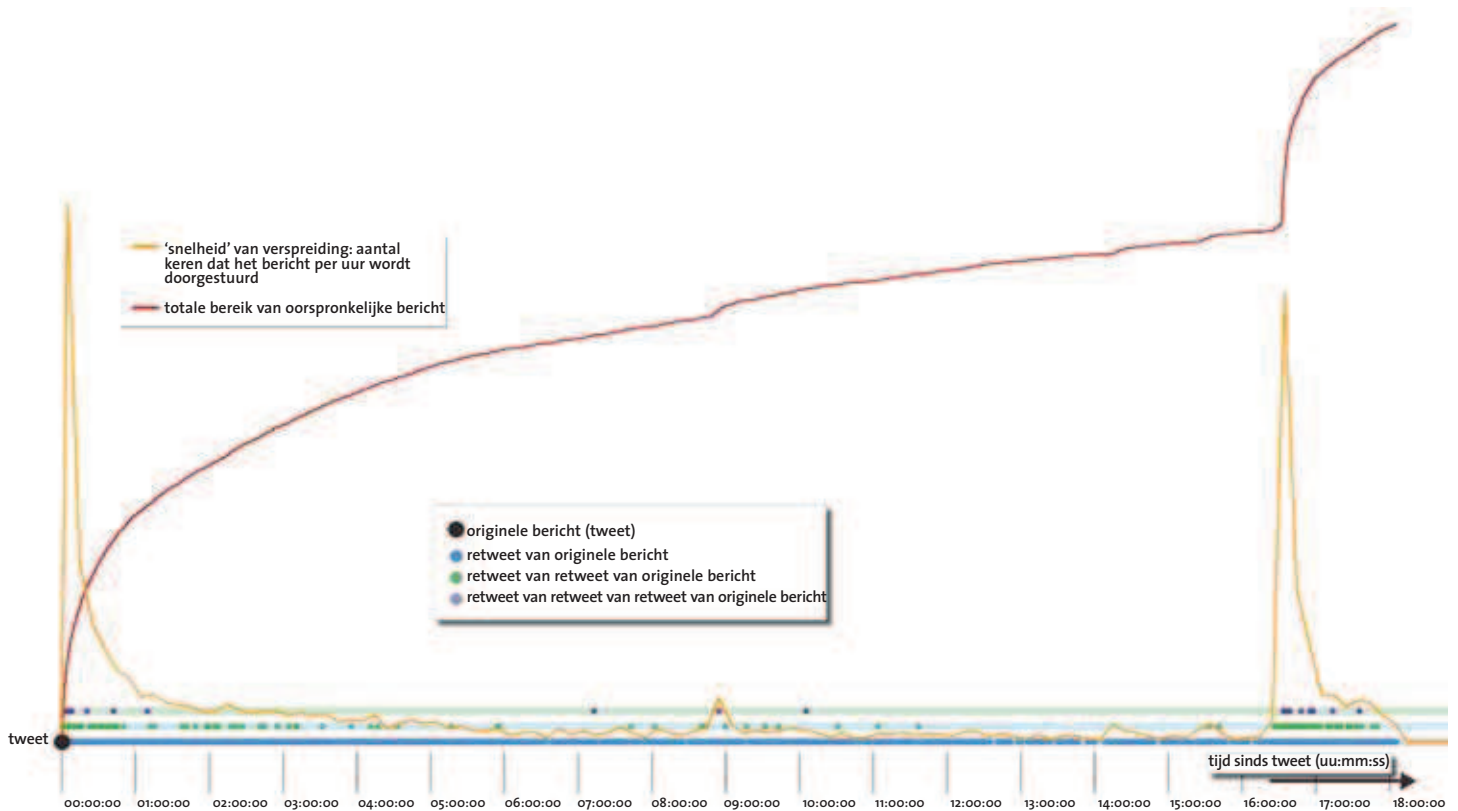
uitrekenen van allerlei netwerkmetrieken, zoals de *centrality metric betweenness* (Wasserman en Faust, 1994). Ook methoden om het verspreidingsgedrag van informatie (informatiediffusie) te modelleren kunnen op dit soort grafen worden toegepast (e.g. Yang en Leskovec, 2010).

Hoe kunnen we sentiment automatisch herkennen in teksten? Al meer dan 10 jaar is 'sentimentanalyse' een hot topic binnen de *machine learning*-gemeenschap (zie Pang en Lee, 2008) voor een uitgebreid overzicht). *Machine learning* richt zich op het automatisch laten uitvoeren door computers van analysetaken, doorgaans op basis van door de mens geprepareerd 'trainingsmateriaal'. Speciale 'zelflerende' algoritmen zijn in staat om uit deze, met klassen gelabelde, voorbeelden een model te leren. Aan de hand van zo'n model kunnen computers zelf nieuwe, niet eerder geziene gevallen naar analogie van de trainingsdata labelen of *classificeren*. Voor sentimentanalyse kunnen zelflerende systemen getraind worden op teksten gekoppeld aan polariteitslabels, zoals 'positief', 'neutraal', of 'negatief'. Voorbeelden zijn¹:

NEG: Everything in the phantom you have seen many times before and there is nothing new presented here. If you're looking for a fun family movie, go watch the underrated flipper. This is not a good movie.

POS: The movie reminds us of the sacrifices made by our WW II fighting men and women. We must not ever forget them as many gave the ultimate sacrifice, their lives so that we may live in freedom today. For this I thank them and for steve spielberg for making a movie that I will never forget.

We hebben een door PageRank geïnspireerde autoriteitsmeting geïmplementeerd in de vorm van een *content ranking*-toepassing voor Flickr, een sociaal netwerk voor het delen van foto's. Personen kunnen in Flickr, behalve via expliciete relaties, ook impliciet aan elkaar gerelateerd zijn doordat ze elkaars foto's van commentaar voorzien. Van dit commentaar hebben we het sentiment geanaly-



Figuur 1. Verspreiding van een tweet door het twitternetwerk

seerd, waarna we per persoon een ranking hebben berekend. Foto's op Flickr worden door ons systeem geordend op basis van de aldus voorspelde autoriteit van de uploader ervan. De autoriteit van uploaders bepalen we overigens binnen onderwerpsclusters: we clusteren automatisch foto's op basis van de door gebruikers eraan toegekende *tags*.

Visueel inzicht in sociale media

Visualisaties kunnen inzicht geven in de verspreiding van een boodschap door een sociaal netwerk. Zogenaemde *retweets* spelen daarin een cruciale rol. Een retweet is het doorsturen van een bericht (tweet) van iemand anders. Wanneer iemand een bericht op Twitter publiceert, bereikt dat bericht in eerste instantie de 'volgers' van die persoon: de mensen die expliciet hebben aangegeven geïnteresseerd te zijn in wat die persoon te melden heeft. Wanneer een volger het betreffende bericht door-

stuurt, bereikt het bericht daarmee niet alleen de volgers van de oorspronkelijke zender, maar ook van degene die het bericht doorstuurt. Ook een retweet kan op zijn beurt weer worden doorge-stuurd. Het oorspronkelijke bericht verspreidt zich op die manier door het Twitternetwerk.

De visualisatie in figuur 1 laat zien hoe een origineel bericht door de tijd wordt geretweet². De rode lijn laat het verloop van het totale bereik zien: het totaal aantal Twittergebruikers dat het oorspronkelijke bericht onder ogen krijgt. De oranje lijn toont de snelheid van verspreiding die volgt uit de helling van de rode grafiek. Te zien is dat de grafiek een grote sprong maakt: dat is een moment waarop iemand met een groot aantal volgers het oorspronkelijke bericht doorstuurt (waarmee het totale bereik fors toeneemt).

Visualisaties als deze kunnen helpen bij het in kaart brengen van de dynamiek van informatieverspreiding, naast netwerktopologische en berichtinhoudelijke analyse.

Anomaliedetectie

De detectie van afwijkende patronen in sociale media is een onderwerp dat interessante monitormogelijkheden biedt voor forensische partijen. Ook hier kan sentimentanalyse een interessante bijdrage leveren. Het plotseling omslaan van het sentiment op een bepaald forum rond een bepaald onderwerp kan bijvoorbeeld aanleiding zijn voor nader onderzoek: is er sprake van haatzaaien? Heeft een bepaalde gebeurtenis in de buitenwereld tot een vorm van radicalisering geleid? Wordt er opgeroepen tot rellen?

Clusteringstechnieken zoals *Non-Negative Matrix Factorization* (Lee en Seung, 1999) kunnen een continue stroom van tekstberichten onderverdelen in sentimentclusters (positief, negatief). De clusterdistributie kan worden gemeten door de tijd heen. Als er een plotselinge migratie van berichten optreedt van het ene cluster naar het andere (bijvoorbeeld van positief naar negatief) kunnen we dit visualiseren met een piek in een sentimentcurve: een tijdsreeks die het verloop van het sentiment verdeeld over clusters weergeeft. Toegepast op voetbaltweets waren we op deze manier in staat doelpunten te herkennen in een wedstrijd tussen Feyenoord en FC Utrecht aan de plotselinge erupties van (doorgaans positief) sentiment.

Conclusies

In deze bijdrage hebben wij een aantal vraagstukken op het gebied van sociale media-analyse beknopt geadresseerd. Netwerkanalyse, sentimentanalyse en visualisatie kunnen worden ingezet om een indruk te geven van wat er leeft binnen bepaalde sociale media. Een weloverwogen koppeling van deze technieken kan het werk van forensisch specialisten ondersteunen. Het blijft uiteindelijk aan de mens om de resultaten van automatische analyse op hun waarde te beoorde-

len. Hoe slim de computer ook wordt in het nemen van de gevoelstemperatuur van sociale media, de menselijke analist zal altijd de doorslag geven bij het beoordelen van informatie en het eventueel in gang zetten van operationele acties.

Noten

1. Bron: <http://www.cs.cornell.edu/People/pabo/movie-review-data/>
2. Gebaseerd op door ons verzamelde Twitterberichten over de recente gebeurtenissen in Libië.

LITERATUUR

- Brin, S. & Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer networks and ISDN systems* 30(1-7), 107-117.
- Lee, D. D. & Seung, H. S. (1999). Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization. *Nature* 401(6755), 788-791.
- Nielsen (2009). *Global faces and networked places, A Nielsen report on social networking's new global footprint*. The Nielsen Company.
- Pang, B. & Lee, L. (2008). Foundations and trends in information retrieval 2(1-2), pp. 1-135.
- Scott, J. & Carrington, P. (Eds.), (2008). *The Sage handbook of social network analysis*. Sage Publications.
- Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yang, J. & Leskovec, J. (2010). Modeling Information Diffusion in Implicit Networks. In: *Proceedings ICDM'10*, Sydney, Australia.

ERIK BOERTJES studeerde Informatica aan de Universiteit Twente en behaalde een Bachelor graad aan de Academie voor de Beeldende Kunsten in Den Haag. Bij TNO houdt hij zich voornamelijk bezig met het ontwerpen en realiseren van data-visualisaties. E-mail: <erik.boertjes@tno.nl>.

STEPHAN RAAIJMAKERS is machine learning-onderzoeker, en promoveerde in 2009 aan de Universiteit van Tilburg op multinomiale methodes voor tekstanalyse met zelflerende systemen. Bij TNO richt hij zich onder andere op sociale netwerk analyse, waaronder sentimentanalyse en anomaliedetectie. E-mail: <stephan.raaijmakers@tno.nl>.

ALMERIMA JAMAKOVIC promoveerde aan de Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica van de Technische Universiteit Delft op het onderwerp robuustheid van complexe netwerken. Bij TNO doet ze onderzoek naar de performance en robuustheid van ICT systemen en telecomnetwerken. E-mail: <almerima.jamakovic@tno.nl>.