

Highlights "Proto signalen"

Beau Hasham 2024-08

Interceptieve Fouten Om Het Heden Te Voorspellen

Introductie

In de wereld van vandaag zijn strategische wendbaarheid en anticipatievermogen belangrijker dan ooit. We willen op verschillende niveaus in verscheidene disciplines bedreigingen eerder zien aankomen dan nu én eerder dan de tegenstander. Daarom besteedt men in diverse gebieden zoals economie, politiek, beveiliging en veiligheid steeds meer aandacht aan zwakke signalen, ofwel *weak signals*. Weak signals dienen als vroege waarschuwingen voor belangrijke toekomstige gebeurtenissen, maar het identificeren ervan is een uitdaging. Weak signals zijn dubbelzinnig: men selecteert ze uit de omgeving, tegelijkertijd hangt hun bestaan als een aparte entiteit af van hoe men ze interpreteert. Er is kennelijk zowel een *extern* als een *intern* perspectief, en de kloof, een *buiten-en-binnen dilemma*, wordt niet goed begrepen.

Deze kloof leidt vaak onbewust tot verkeerde interpretatie en onjuist gebruik van weak signals. Om deze kloof te dichten gaat het boek "Proto Signalen" in op basale vragen zoals: Wat zijn weak signals? Hoe ontstaan ze en/of waar komen ze vandaan? Daarbij onderzoek ik hoe weak signals worden verwerkt, waarbij factoren als geheugenopslag, communicatie, schema's en perceptie worden onderzocht. Verrassend genoeg blijken veel aannames over deze processen onjuist te zijn. Dit document presenteert de hoogtepunten van het boek.

Weak signals (M)

Eerst een korte uitleg over hoe het conventionele weak signal (M) doorgaans wordt begrepen.

De grote variatie aan definities van het weak signal maken het moeilijk te spreken van een "conventionele" weak signal. Een weak signal wordt vaak gezien als een kans, symptoom, indicator, waarschuwing of zelfs trilling. Deze verschijnselen bevinden zich in de ruis (Korsten, 2009) of zijn slecht te herkennen in de onderstroom (Eijnatten, Poorthuis, & Peters, 2002). Sommigen beschouwen weak signals als "unconnected bits of information, environmental data or stealthy data" (Lesca & Lesca, 2011). Weak signals worden meestal behandeld als afzonderlijke, kleine impact-arme incidenten die een verandering suggereren die niet onmiddellijk kan worden geïdentificeerd. Daarom moeten signalen in een samenhangend geheel worden geïnterpreteerd en zijn er vaak meerdere gebeurtenissen nodig om een patroon te herkennen. Er wordt aangenomen dat weak signals in de loop van de tijd groeien of sterker worden door opeenvolgende signalen, totdat er een onvermijdelijke ramp plaatsvindt (Ansoff, 1975; Coffman, 1997; Turner, 1997).

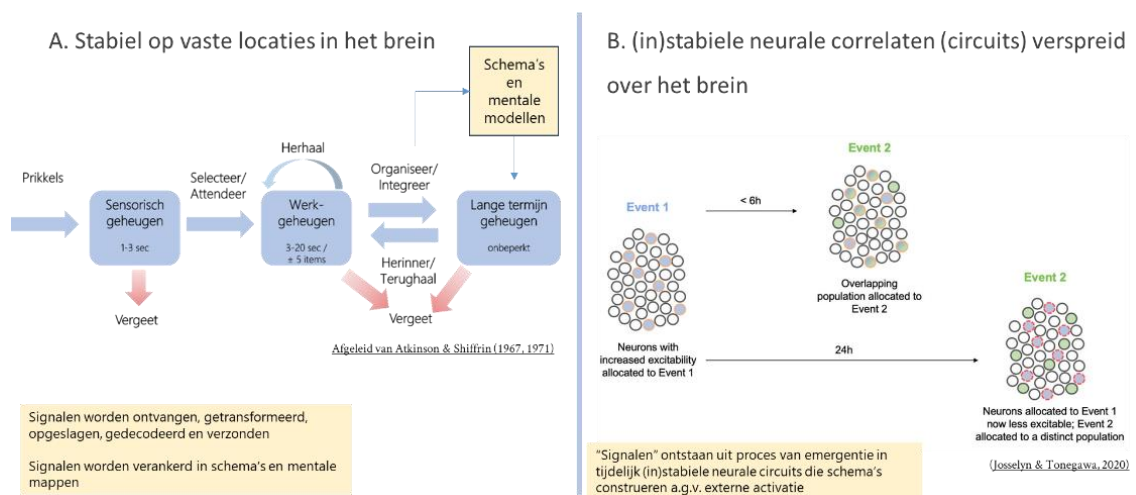
Ondanks dat ze onvolledig, beperkt, onduidelijk en dubbelzinnig zijn, hebben weak signals een waarschuwende functie, aangezien zelfs de kleinste verandering aanzienlijke gevolgen kan hebben. Weak signals kunnen afkomstig zijn vanbuiten en binnen een organisatie en kunnen afkomstig zijn van een zender of bron (Luyk, 2011). Signalen worden ontvangen, gecodeerd en opgeslagen in informatiesystemen en collectieve mentale kaarten in het menselijke brein (Korsten & Leers, 2005). Zij kunnen ook weer worden gedecodeerd, gedistribueerd en naar anderen worden verzonden. Na beoordeling kan de status van een weak signal worden omgezet in een "early warning" (Lesca & Lesca, 2011). Om een einde te maken aan de overdaad aan definities hebben Van Veen & Ortt een nieuwe definitie voorgesteld:

Weak signal is the perception of strategic phenomena detected in the environment or created during interpretation that are distant to the perceiver's frame of reference. (Van Veen & Ortt, 2021)

Deze definitie lost de dubbelzinnigheid echter niet op. Ik presenteer een alternatief perspectief op het conventionele concept van weak signals. Een van de fundamentele kwesties die ik aan de orde stel, is hoe toestandsveranderingen in de omgeving worden waargenomen vanuit een individueel perspectief. Omdat er een *waarnemer* is die een *waarneming* doet, onderzoek ik de rol van geheugenopslag, schema's, communicatie en perceptie bij het begrijpen van weak signals.

Geheugenopslag en schema's

In onder andere het bedrijfsleven en het onderwijs wordt het menselijk geheugen beschouwd als een middel voor het opslaan van kennis in de vorm van mentale kaarten en schema's in het brein. Tijdens het bestuderen van geheugenopslag kwam ik op het concept van geheugennetwerken, engrammen en engramcellen (Josselyn & Tonegawa, 2020; Tonegawa, Liu, Ramirez, & Redondo, 2015). Engramcellen worden geactiveerd tijdens het leren, ondergaan fysieke of chemische veranderingen en kunnen opnieuw worden geactiveerd wanneer stimuli uit de leerervaring worden gepresenteerd. Dit proces draagt bij aan de (re)constructie van herinneringen. Engramcellen vormen samen engram-cel-ensembles, neurale correlaten, die wijd verspreid zijn over verschillende hersengebieden. In tegenstelling tot algemene aanname, kunnen meerdere ensembles worden geassocieerd met één enkele herinnering. Hoewel verschillende soorten herinneringen gelokaliseerd kunnen zijn in specifieke hersengebieden, zijn ze niet definitie beperkt tot vaste locaties. Dit daagt de algemene overtuiging uit dat hersenen kennis of betekenis opslaan, maar ook het idee dat bedrijfsinformatiesystemen dat doen.



Figuur 1: Geheugen: een verschuiving van vaste locaties naar (on)stabele neurale correlaten.

In tegenstelling tot wat vaak wordt gedacht, worden herinneringen niet opgeslagen als een pagina in een "soldatenhandboek": nieuwe ervaringen (her)vormen neurale correlaten, die samen herinneringen, schema's en representaties construeren, wanneer die correlaten worden geactiveerd.

Een aspect van het emotiegeheugen is het vermogen om onafhankelijk van het gebeurtenisgeheugen te bestaan (Guzmán-Vélez, Feinstein, & Tranel, 2014). In dat geval herinneren we ons de emotie, maar niet de oorspronkelijke gebeurtenis die de emotie veroorzaakte. Dit speelt een rol bij het "herkennen" van een signaal, zoals een geur die een emotie oproept, maar waarvan we niet precies weten waarom. Onderzoek suggereert ook dat er naast verschillende signaalverwerkingssystemen afzonderlijke korte-termijn -en lange termijngeheugensystemen zijn voor het 'opslaan' van gebeurtenissen (Kitamura et al., 2017). Bijgevolg wordt aangenomen dat gebeurtenissen gelijktijdig worden opgeslagen in korte- en lange termijn-correlaten (Zhao et al., 2019).

Communicatie

Het klassieke *zender-ontvanger-model* ontwikkeld door Shannon & Weaver (1948) is de basis van menig communicatiemodel die vandaag de dag nog steeds op Nederlandse scholen worden onderwezen. Oorspronkelijk een wiskundig model dat is ontworpen om een telefonieprobleem aan te pakken, geeft het weer hoe informatie van persoon A als een signaal wordt verzonden en door persoon B wordt ontvangen. Beide individuen coderen en slaan deze signalen op in hun kortetermijngeheugen. Na verloop van tijd worden de signalen onderdeel van hun langetermijngeheugen en vormen ze verschillende mentale schema's.

We zijn echter verder gegaan dan dit geheugenmodel, zoals besproken in de vorige paragraaf. Het concept van zenden en ontvangen in interpersoonlijke communicatie werkt anders dan eerder werd aangenomen en processen als sociale synchronisatie, resonantie en cohesie worden onderschat. Toch zijn dit precies de processen waardoor mensen zich met elkaar verbinden en zijn verbonden. Sterker nog, het is één proces met verschillende niveaus van verbinding die niet te organiseren zijn.

Sociale synchronisatie

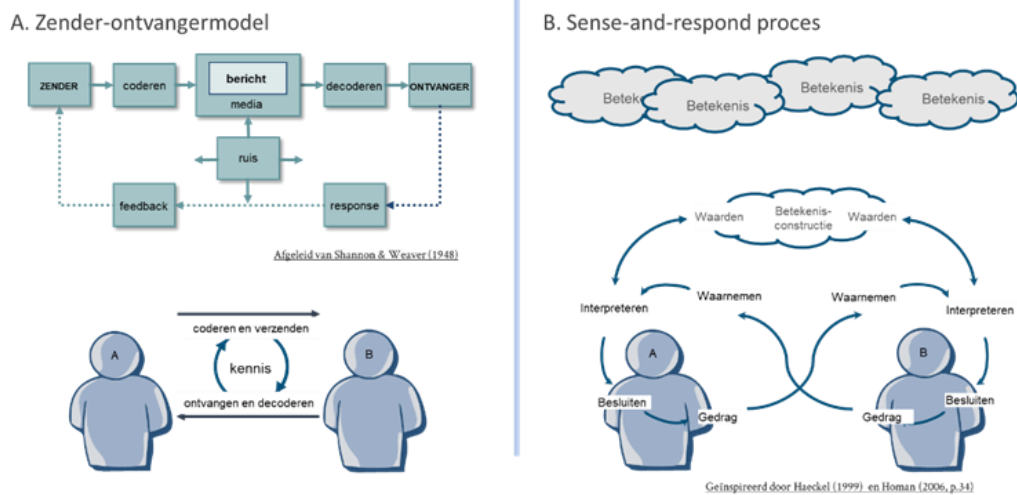
Wanneer mensen elkaar ontmoeten, hebben ze de neiging elkaar te imiteren, of beter gezegd, te *synchroniseren* met elkaar (McLelland, 1985). Synchronisatie is het op elkaar afstemmen van ritmes en gedrag tussen individuen, wat de mogelijkheid biedt voor effectieve communicatie en samenwerking. Deze synchronisatie vindt plaats tijdens face-to-face interactie en is cruciaal voor het tot stand brengen van een natuurlijke verbinding. Het gaat om wederzijds volgen -en leiden in verschillende aspecten, zoals gedrag, gebaren, hartslag, ademhaling, hormonale afgifte en zelfs hersengolven (Feldman, 2016).

Bovendien is er het fenomeen dat bekend staat als brain-to-brain entrainment (Dikker et al., 2017) waarbij de neurale activiteit van luisteraars synchroniseert met het ritme van de spraak van de spreker. Dit is het 'neuraal' meetrekken van de spreker (Pérez, Carreiras, & Duñabeitia, 2017).

Emotionele besmetting verwijst naar het oproepen van dezelfde neurale representatie van een affectieve toestand bij de waarnemer als die van de persoon die de gevoelens uitdrukt, samen met gerelateerde autonome en lichamelijke reacties (Prochazkova & Kret, 2017). Dit impliceert het "neurale meetrekken van het brein" van de andere persoon, in plaats van simpelweg het louter verzenden en ontvangen van emoties. Synchronisatie, imitatie en besmetting zijn allemaal aspecten van hetzelfde proces en kunnen leiden tot sociale resonantie.

Sociale resonantie

Mead (1934) betoogde dat dieren niet alleen kunnen overleven op basis van concurrentie, maar ook moeten kunnen samenwerken. Om samenwerking mogelijk te maken, is sociaal gedrag nodig voor de communicatie tussen dieren. Mead betoogde dat een gebaar (gesture) van het ene dier een response bij het andere dier uitlokt, en dat door deze wederzijdse uitwisseling *betekenis* ontstaat. Om dit proces uit te leggen, gebruik ik het concept van "sense-and-respond" uit de biologie, waarbij ik benadruk dat mensen ook sense-and-respond-gedrag vertonen. Immers, mensen zijn sense-and-respond wezens. Het sense-and-respond-proces is een reciproke interactie waarin co-creatie van betekenis van -en over de 'wereld' steeds plaatsvindt, indien de volgende respons iets toevoegt aan de vorige. Omdat co-creatie van betekenis een proces is tussen mensen, wordt dit niet opgeslagen binnen mensen.



Figuur 2: Een verschuiving van send-and-recvieve naar sense-and-respond.

Het sense-and-respond-proces in sociale interactie is de reciproke afstemming van gebaren, taal en ritmes waaruit betekenis voortkomt. Mead (1934) veronderstelde echter dat het *centrale zenuwstelsel* het mogelijk maakt om een impliciete reactie op te roepen bij het gebaren van de een, wanneer een expliciete reactie wordt opgeroepen bij de ander aan wie het gebaar wordt gemaakt. Wanneer dit proces een wederzijds effect heeft, kan er resonantie optreden. Resonantie is een aspect van hetzelfde proces waarin betekenis of kennis voortkomt uit het concert van wederzijdse gebaren en taal. Het sense-and-respond-proces is een wederkerig respons-evocatieproces, niets wordt gecodeerd, opgeslagen, of verzonden.

Zoals gezegd is resonantie een emergent fenomeen dat het gevolg is van de interactie tussen individuen in hun dagelijkse reilen en zeilen. Het is de kern van sociale cohesie die mensen verenigt en een groep transformeert in een team of zelfs een sociale beweging door individuen te verbinden op basis van vermeende gemeenschappelijke waarden en overtuigingen. Het concept van lokale zelf-organiserende patronen van resonantie weerspiegelt verschillende gradaties van sterkte, wat betekent dat groepen en sociale bewegingen niet homogeen zijn, als ze überhaupt als een "geheel" kunnen worden beschouwd.

Resonantie beïnvloedt ook processen van in- en uitsluiting. Moeite met synchroniseren belemmert het vinden van een plaats binnen de groep, aangezien een gebrek aan synchronisatie een gebrek aan resonantie betekent. Veranderingen in de samenstelling van de groep of afnemende gemeenschappelijkheid veranderen vaak de "frequentie" tussen de leden, waardoor individuen niet langer (letterlijk) op dezelfde golflengte zitten. Individuen hoeven niet per se resonantie te bereiken in hun pogingen om te synchroniseren. Synchronisatie gaat zelfs in dissonantie door, hoewel gesprekken ongemakkelijker zullen worden. Bij resonantie gaat het om elkaar volgen -en leiden, beïnvloeden -en beïnvloed worden, vormen -en gevormd worden, ook al ligt het initiatief soms meer bij de een dan bij de ander.

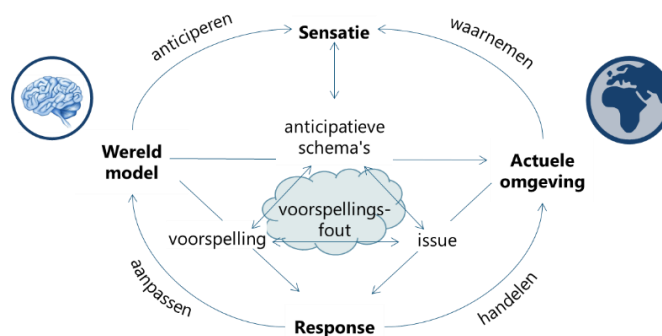
Sociale cohesie en emergentie

Omdat resonantie een emergente eigenschap is van sociale interactie, kan resonantie niet worden gereduceerd of herleid tot de innerlijke toestanden van een enkel individu. Hetzelfde geldt ook voor de overgang van resonantie naar spontaan ontstane sociale cohesie en coherentie. Onder de voorwaarde van resonantie kunnen spontaan zelforganiserende samenwerkingsvormen ontstaan die er voorheen niet waren, zelfs of juist bij afwezigheid van formeel leiderschap. In het boek behandel ik onder andere *sociale bewegingen* en *emergente organisaties*. Sociale synchronisatie, resonantie en cohesie zijn niet alleen processen waardoor mensen zich met elkaar verbinden en aan elkaar verbonden zijn, maar ze zijn ook inherent verweven in onze informatieverwerking, perceptie en geloofssystemen.

Perceptie

Stelt je zich eens voor dat je een grote liefhebber bent van cognac en een glas vloeistof krijgt aangereikt dat er precies zo uitziet. Je bent helemaal klaar om van je geliefde drankje te genieten zonder erbij na te denken, omdat je hersenen al bedraad zijn voor het herkennen van het glas en nippen van de drank. Als je dan een slok neemt, realiseer je je dat het thee in het glas is. De mismatch tussen je verwachting van cognac en de smaak van thee leidt tot een komische uitdrukking van verbazing en walging op jouw gezicht - dit is de reactie van jouw brein op een *voorspellingsfout*.

Een relatief nieuwe theorie over het brein stelt dat ons brein een voorspellingsmachine is (Clark, 2013). Ons brein maakt modellen van hoe de wereld werkt en doet op basis van deze modellen allerlei voorspellingen. Wanneer er iets onverwachts of nieuws gebeurt, vergelijkt het brein de voorspellingen met wat er feitelijk gebeurt. Vervolgens evalueert het of de afwijking van de voorspelling significant genoeg is om tot een voorspellingsfout (Pe) te leiden en, zo ja, bepaalt het de juiste reactie: ofwel aanpassen *van* het model of aanpassen *aan* het model. Het brein werkt dus niet met prikkels, maar met voorspellingsfouten. Dit wordt veroorzaakt door het *free energy principle*, die van toepassing is op alle processen, dus ook de werking van het brein.



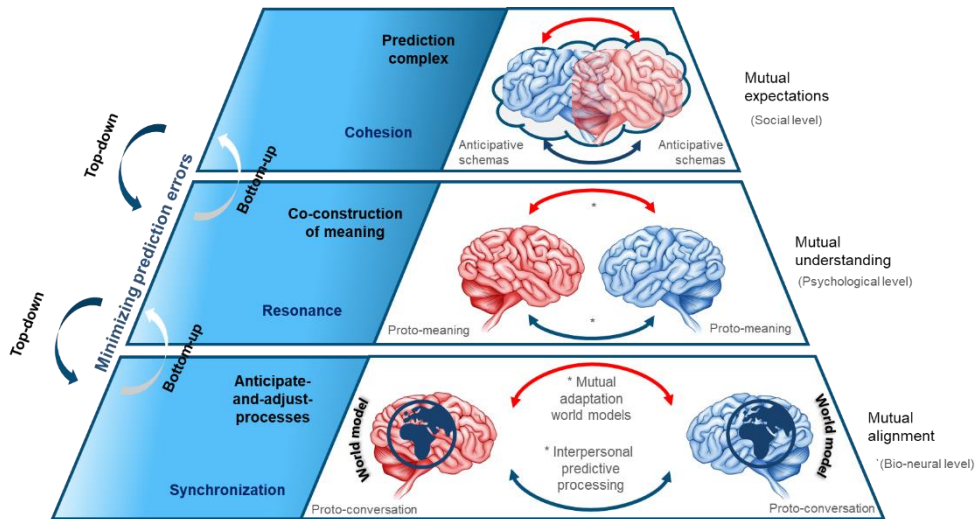
Figuur 3: Anticipate-and-adjust.

(Ontleend aan Friston (2010, S45), The Markov-blanket and Active Inference)

Voorspellingen en vrije energie in een sociale context

Dit concept van voorspellende perceptie is relatief nieuw voor het grote publiek. Dr. K. Friston is een van de grondleggers van deze theorie genaamd "Active Inference", die omvat *Predictive Processing, de Bayesiaanse hersenhypothese* en *vrije-energiebeginsel* (Friston, 2010). Het vrije-energiebeginsel stelt dat levende systemen, zoals het menselijk brein, voortdurend proberen de onzekerheid van hun interne toestanden (vrije energie) en de externe omgeving te minimaliseren. Dit wordt bereikt door een proces van perceptie, actie en leren (actieve inferentie), waarbij het brein voorspellingen doet over sensorische input en deze aanpast op basis van de daadwerkelijke input (ik verwijs de technici naar de referentielijst).

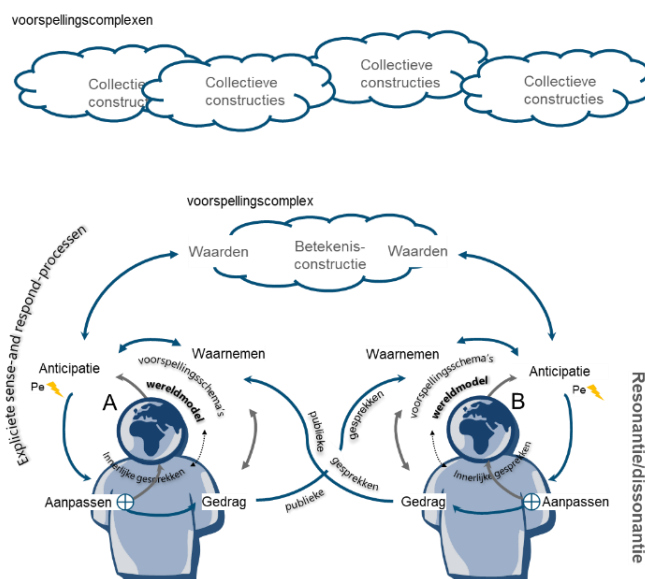
Sociale synchronisatie, resonantie en cohesie werken op ditzelfde principe: synchronisatie heeft betrekking op sense-and-respond-processen tussen mensen op basis van wederzijdse afstemming en is gericht op het *minimaliseren van energieverpilling*, resonantie heeft betrekking op het gezamenlijk construeren van betekenis op basis van *wederzijds begrip* en is onder andere gericht op het minimaliseren van (sociale) angst, (structurele) cohesie heeft betrekking op collectieve voorspellingscomplexen op basis van *wederzijdse verwachtingen* en is gericht onder andere op het voorkomen van sociale uitsluiting. Deze processen zijn gericht op het verminderen van vrije energie (onzekerheid) door voorspellingsfouten te minimaliseren.



Figuur 4: Interpersoonlijke communicatie (Geïnspireerd door Jiang, Zheng, & Lu (2020, p. 247)).

We doen dit bijvoorbeeld bij sociale interacties. De dynamiek van sociale interacties doet een behoorlijke aanzienlijke aanslag op het vermogen van de hersenen om bij te blijven. Woordkeuze, zinsbouw, taalpatronen en spraakpatronen hangen nauw samen met de situationele context. Dit gaat gepaard met verschillende geluiden, tonen, timbre, volume en gebaren. Een soepele *beurtwisseling* tijdens een gesprek duurt ongeveer 200 milliseconden (ms) (Stivers et al., 2009), terwijl *woordproductie* gemiddeld 400 tot 600 ms duurt (Indefrey & Levelt, 2004 in ter Bekke, 2020). Het verschil moet tijdens het gesprek worden overbrugd. Een groot deel merk je niet, maar je brein doet dat wel.

De hersenen gaan deze uitdaging aan door vóór en tijdens het gesprek voorspellingen te doen, op basis van ervaringen uit het verleden. Bij het articuleren van zinnen voorspellen de hersenen elk woord en de zin als geheel, waardoor ze geleidelijk een begrip van de zin opbouwen voordat deze volledig is uitgesproken. Daarbij moet men reageren op een (on)verwachte reactie, aangezien de ander hetzelfde doet. Succesvolle interactie met anderen vereist dat je anticipeert op hun gedachten, gevoelens en acties. Het brein streeft niet naar perfectie; het richt zich op het verminderen van voorspellingsfouten (Pe). Sense-and-respond-processen zijn dus eigenlijk Anticipate-and-adjust-processen.



Figuur 5: Anticipate-and-adjust in interactie (Pe=voorspellingsfout). (Geïnspireerd door Haeckel (1999), Homan (2006) en Friston (2010))

Weak signals (PE)

Figuur 5 verbeeldt sociale interactie als een continu proces van het wederzijds verminderen van onzekerheid door het minimaliseren van voorspellingsfouten (PE). Tussen gesprekspartners zullen altijd wat perceptieverschillen zijn die moeten worden opgelost. Co-creatie van betekenis is een vorm van onderlinge minimalisering van voorspellingsfouten, omdat er tussen gesprekspartners kennis wordt gecreëerd die er voorheen niet was, wat vervolgens kan leiden tot aanpassing van ieders model van de wereld (leren). Zoals gezegd streeft het brein niet naar perfectie, maar het waarschuwt je wel voor grote verrassingen in de vorm van een kleine verrassing: weak signal (PE). Dit weak signal (PE) is van een heel andere orde dan het conventionele weak signal (M).

Deze weak signals (PE) verschillen duidelijk van conventionele weak signals (M) op ten minste vier aspecten:

1. Het begin van het perceptuele proces is een voorspelling van het brein op basis van het model van de waarnemer van de wereld en de eerste externe sensorische informatie (onset).
2. Wanneer er een externe toestandsverandering plaatsvindt, moet deze een bepaalde drempel overschrijden om merkbaar te zijn, wat het volgende signaal in het proces betekent.
3. Dit signaal wordt vervolgens vergeleken met wat het brein verwacht. Als het verschil de afwijkingsbandbreedte overschrijdt, kan er een voorspellingsfout zijn, afhankelijk van de relevantie, ernst en precisie van de fout. Wanneer er minimale maar significante informatie is, is dit verschil een weak signal voor de volgende stap in het proces, waardoor de hersenen reageren en er een sensatie ontstaat.
4. Weak signals (PE) gaan over het voorspellen van het heden, terwijl conventionele weak signals (M) gaan over de verwachtingen van gebeurtenissen in de toekomst. Weak signals voor het voorspellen van het heden (PE) en verwachtingen van toekomstige gebeurtenissen kunnen leiden tot een cascade van voorspellingen die worden beïnvloed door kennis, ervaring en verbeeldingskracht, allemaal gericht op anticipatie.

Met andere woorden:

Een weak signal (PE) is een elementaire perceptie van een mogelijke gebeurtenis in de nabije toekomst in de omgeving, als gevolg van een minimaal, maar significant verschil tussen het referentiekader van de waarnemer en de waargenomen verandering in de toestand van die omgeving. Een weak signal is in essentie een voorspellingsfout.

In de context van Predictive Processing verwijst een weak signal meestal naar een signaal dat minder duidelijk of minder betrouwbaar is in vergelijking met een sterk signaal, en het leidt niet noodzakelijkerwijs tot een voorspellingsfout op zichzelf. Wanneer sensorische informatie wordt vergeleken, komt deze mogelijk niet perfect overeen met de voorspelde input, maar kan deze nog steeds binnen een acceptabel afwijkingsbereik vallen. In dergelijke gevallen kan het brein zijn interne modellen of prognoses enigszins aanpassen om het weak signal op te pikken zonder dit noodzakelijkerwijs als een fout te beschouwen. Weak signals (M) zijn dus niet analoog aan weak signals (PE).

Zoals Karl Friston uitlegt:

For readers with the technical interest in predictive coding, top-down predictions are compared with incoming sensory information to form a prediction error. This prediction error carries the newsworthy information that the brain cannot predict or explain. This prediction error is then propagated up hierarchies in the brain to update predictions — so that they provide a better account of the sensory input. This leads to a recurrent message passing in the brain with bottom-up, ascending prediction errors providing feedback for top-down, descending predictions.

Prediction errors can come in several flavours. When they are ambiguous or imprecise (i.e., weak) they may have little effect on belief updating. However, this kind of weakness should not be confused with soft signals. Another key distinction is the nature of hierarchical representations that are updated by prediction errors. Effectively, prediction errors can be of two sorts: they can be about the content of sensory streams (e.g., "did she really say that"). Conversely, they can revise beliefs about context (e.g., "she looks as if she's going to explode").

Crucially, the context is future pointing and always lasts longer than the content it entails. It is these contextual signals (and concomitant prediction errors) that can be read as soft signals. Generally, these will be elicited in a social context and are often associated with negative valence and angst. This follows from the fact that contextual prediction errors of this sort (i.e., soft signals) signify uncertainty (i.e., a loss of grip on free energy): in the sense, the contact has suddenly become unpredictable. Theoretical work in neuroscience suggest that this kind of uncertainty is encoded by brain chemicals such as adrenaline. This fits comfortably with our responses to unpredictability; namely, angst, arousal and various orienting responses that, sometimes, may involve freezing (Friston, 2024).

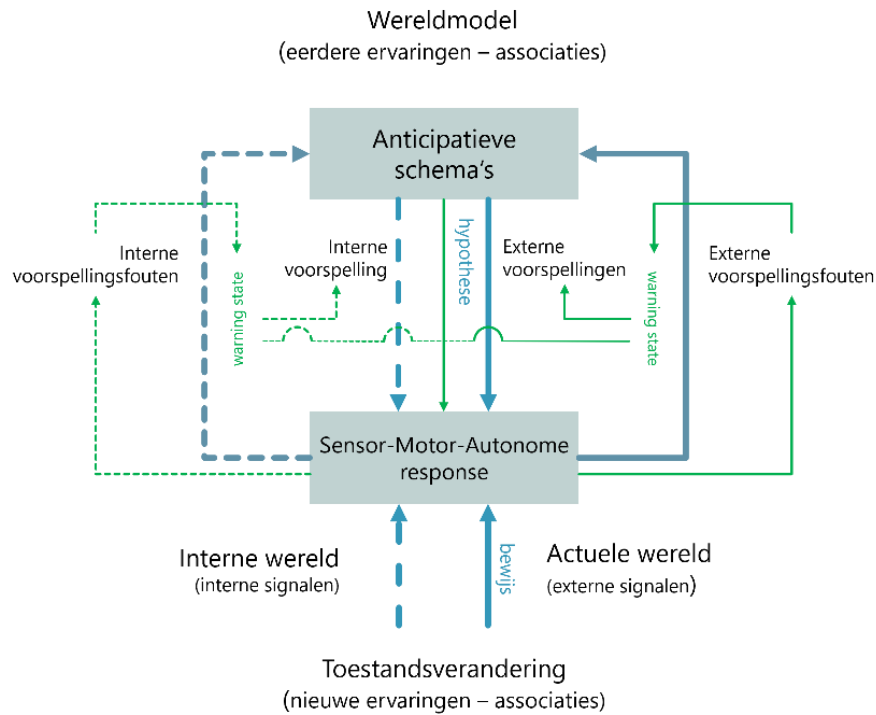
Het begrip *weak signal (PE)* is de eerste stap in het aanpakken van het buiten-binnen dilemma. Het brein werkt niet met signalen van buitenaf, maar met voorspellingsfouten als reactie op externe informatie over toestandsveranderingen. Een weak signal (PE) is het resultaat van binnenkomende sensorische informatie in vergelijking met eerdere voorspellingen. Binnenkomende sensorische informatie voorziet het brein van exteroceptieve details, terwijl het lichaam ook innerlijke signalen genereert zoals lichaamstemperatuur, hartslag en emotie, bekend als interoceptieve informatie.

Interoceptie verwijst naar het vermogen van een organisme om interne signalen van het eigen lichaam waar te nemen, en het speelt een cruciale rol bij het reguleren van de homeostase van het lichaam. Fysiologische gewaarwordingen zijn nauw verbonden met gewaarwording en emotie en maken deel uit van het interoceptieve systeem. Exteroceptie omvat het waarnemen van externe toestandsveranderingen, zoals zicht, geluid, licht, geur, smaak en aanraking. Wanneer een externe toestandsverandering een bepaalde drempel overschrijdt, activeert dit ook een interne prikkel om op die veranderingen in de omgeving te reageren. Die prikkel wordt een exteroceptief signaal genoemd.

Actieve interoceptieve-exteroceptieve inferentie

Het idee van *externe-informatie-van-buiten-het-lichaam* (exteroceptieve informatie) en *interne-informatie-van-het-binnen-lichaam* (interoceptieve informatie) is niet nieuw. Het brein en het lichaam kunnen deze ook aan elkaar koppelen. Als iemand vervelend tegen je is en allerlei handgebaren naar je maakt, krijg je exteroceptieve informatie. Als je daardoor geïrriteerd raakt krijg je interoceptieve informatie, bijvoorbeeld door een merkbaar verhoogde hartslag en de irritatie zelf. Processen als synchronisatie en resonantie zijn verweven met de verwerking van interoceptie- en exteroceptie-informatie. Ik betoog dat dit deels het dubbelzinnige karakter van weak signals (M) verklaart. Weak signals (M) worden vaak gezien als enkelzijdige externe signalen, terwijl weak signals (PE) samengestelde signalen zijn, bestaande uit zowel exteroceptieve als interoceptieve voorspellingsfouten.

In literatuuronderzoek naar *de gebeurtenis* als concept leerde ik dat een gebeurtenis een verandering van toestand is ergens in het universum, waar *actie van het systeem* is de beste reactie (Chandy, Charpentier, & Capponi, 2007). Gebeurtenissen, vooral in een sociale context, zijn samengestelde gebeurtenissen in de zin dat gebeurtenissen bestaan uit materiële/technische toestandsveranderingen aan de ene kant en mentale/psychologische veranderingen aan de andere kant. Het ruiken van een bepaalde geur kan bijvoorbeeld een mentale toestandsverandering oproepen. Materiële en mentale toestandsveranderingen kunnen leiden tot de eerder genoemde interoceptieve en exteroceptieve voorspellingsfouten in het brein van de waarnemer.



Figuur 6: Samengestelde voorspellingen (Geïnspireerd door Hung, 2023, p. 782).

Actieve inferentie is dus van toepassing op zowel exteroceptieve als interoceptieve informatie (Hung, 2023; Seth, 2013; Seth & Friston, 2016). De figuur hierboven (6) suggereert dat de twee informatiestromen naast elkaar lopen, in een bepaalde verhouding tot elkaar, en idealiter in evenwicht. Hersenen die de voorkeur geven aan interoceptieve informatie zullen emotioneler of heftiger reageren dan de situatie vereist, zoals bij mensen met autisme (ASS) en hersenen die exteroceptief gefocust zijn, houden minder rekening met de wereldmodellen van andere mensen. Hersenen die de voorkeur geven aan precisie/bewijskracht zullen om meer details vragen, denk wederom aan mensen met ASS. Hersenen die de voorkeur geven aan voorspellingen en minder aan bewijs, hebben de neiging om meer te hallucineren, denk aan schizofrenie, zo blijkt uit aannames van onder andere Hung (2023).

In de context van actieve inferentie kan bias ook worden gezien als voorspellingschema, maar dan hardnekkig (Hung, 2023). Zoals alle voorspellingen hebben deze een bepaald gewicht, en voorspellingsfouten hebben een zekere mate van precisie. Als hypothesen (boven) uit anticiperende schema's niet worden aangepast in het licht van onmiskenbaar bewijs van het tegendeel (onder), dan is een persoon rigide in zijn mening en hoogstwaarschijnlijk bevooroordeeld.

Weak signal (M) versus Weak signal (PE): Proto-signalen!

Er zijn voorbeelden van weak signals (PE) die worden gezien als weak signals (M), maar dit is niet altijd een probleem. Het "*De Phoenix Memo*" is zo'n voorbeeld (Williams, 2001):

Op 10 juli 2001 stuurde een FBI-agent van de Phoenix Division een memo naar het hoofdkantoor van de FBI dat "een ongewoon groot aantal personen van onderzoeksbelang" luchtvaartscholen in Arizona bezocht: "Deze personen zullen in de toekomst in staat zijn om terreuractiviteiten uit te voeren tegen burgerluchtvaartdoelen..." (p.2). Er was op dat moment geen aanwijzing of iets dat naar een terroristische aanslag verwees, behalve een buikgevoel. Je kunt niet een hele operatie optuigen alleen op basis van gevoelens(?)

In situaties waarin exteroceptieve informatie achterblijft bij interoceptieve informatie, kan een voorspellingsfout tot bepaalde sensaties leiden, zelfs als de interoceptieve voorspellingsfout minimaal is en net buiten het afwijkingbereik valt. Als dit gevoel leidt tot verhoogde waakzaamheid, komt men in een *waarschuwingstoestand (warning state)*, waar het moeilijk kan zijn om dit onder woorden te brengen. Het 'resultaat' van dit proces is vaak het begin van een ander proces: de ontwikkeling van de proto-betekenis. Daarom wordt het resultaat een "proto-signaal" genoemd. Dan is er iets niet pluis, of voelen we iets aan ons water. Dan is er een weak signal "in de maak" zeg maar.

Een proto-signaal is een interoceptieve elementaire perceptie ten aanzien van een mogelijke aanstaande gebeurtenis in de omgeving, als gevolg van een minimaal, maar significant verschil tussen voorspellingsschema's van de waarnemer en waargenomen toestandsverandering van de omgeving met de sensatie van een warning state. In essentie is een proto-signaal een voorspellingsfout waarvoor nog geen vocabulaire bestaat.

Dit *warning state* is in wezen een nieuwe voorspelling. Meestal verdampen dergelijke gevoelens door allerlei concurrerende zaken die ook aandacht vragen. Daarnaast hebben mensen zelf soms moeite met het herkennen van signalen van het lichaam (Petersen, von Leupoldt, & Vanden Bergh, 2015). Vaak zijn het anderen die dit gevoel bagatelliseren, want "je moet niet zo overdrijven".

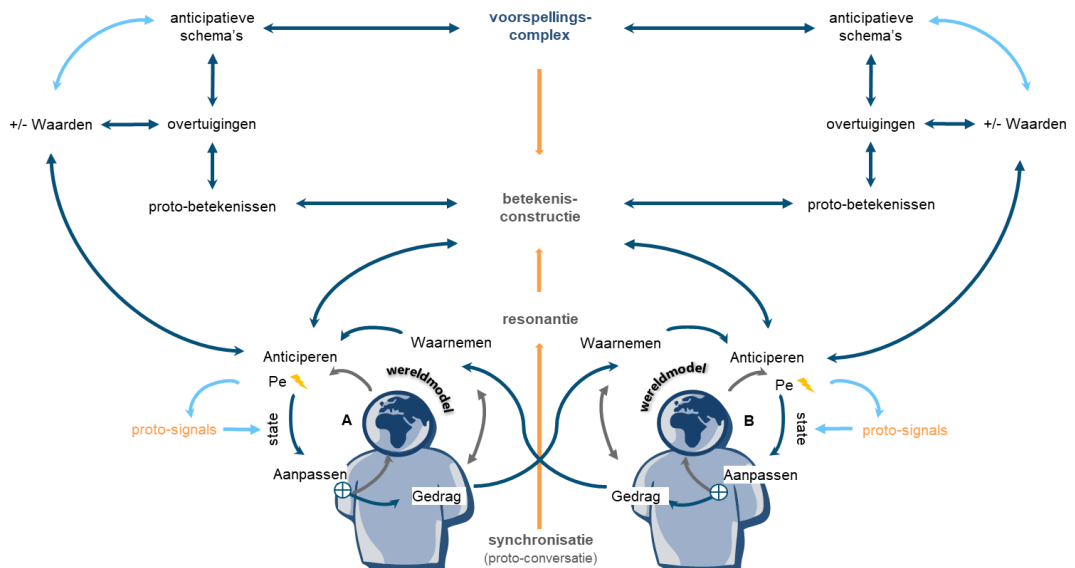
Het reageren op proto-signalen hangt deels af van de context en het wereldmodel van de waarnemer. Voorzichtigheid is geboden, bijvoorbeeld als u werkzaam bent in de branche 'beveiliging & veiligheid'. Vooroordelen, stereotypering en vooringenomenheid zijn ook voorspellingsschema's, maar partijdig en volhardend.

Er zijn ook verschillen tussen buiten- en binnenperspectief. Als je het gevoel hebt dat er buiten de organisatie dingen niet kloppen toon je strategisch inzicht, als je voelt dat er dingen niet kloppen binnen de organisatie, kun je worden gezien als een klokkenluider. Artsen, politieagenten, leraren et cetera zijn in meer of mindere mate afhankelijk van proto-signalen, maar kunnen of mogen deze meestal niet formeel gebruiken. Alleen Spiderman komt ermee weg.

Een proto-signaal is een weak signal (PE) onder speciale omstandigheden en kan de aanzet zijn voor een weak signal (M) als managementinstrument. Hoe het ook wordt genoemd, de persoon wiens taak het is om op zo'n signaal te reageren, heeft een probleem: hoe communiceer je de ernst en urgentie van een voorgevoel?

De verwerking van proto-signalen

Processen zoals sociale synchronisatie, resonantie, brain-to-brain entrainment en interoceptie/-exteroceptie in combinatie met woorden en gebaren, helpen om een andere persoon te infecteren met de warning state. Dat wil zeggen, waar mensen resoneren met vermeende vergelijkbare waarden en overtuigingen, kan het gevoel van de waarschuwingstoestand ook bij anderen ontstaan, wanneer soortgelijke voorspellingsfouten bij hen ontstaan. Met andere woorden, wanneer ook zij (on)aangenaam verrast zijn. Ze kunnen samen voorspellingsfouten minimaliseren door het gesprek aan te gaan en van elkaar te leren. Anticiperen en aanpassen zijn processen van co-creatie van betekenis en kennis en verminderen zo voorspellingsfouten, waardoor onzekerheid (vrije energie) wordt verminderd. Zoals eerder gesteld, omdat kennis en betekenis tussen mensen plaatsvinden, worden ze niet opgeslagen in het brein. Co-constructie van betekenis kan echter de hersenen beïnvloeden door proto-betekenenissen (neurale correlaten) te vormen. Proto-betekenis is wat je 'krijgt van' of 'meeneemt naar' het gesprek. De betekenisconstructies van vandaag zijn de anticiperende schema's van morgen.



Figuur 7: Co-constructie van betekenis versus co-constructie van voorspellingscomplexen.

Vanuit het perspectief van anticipate-and-adjust-processen zijn alle verwachtingspatronen, zoals gewoonten, rituelen, thema's, waarden, aannames, vooroordelen, overtuigingen, ideologieën, (complot)theorieën en zelfs hele beschavingen, voortgekomen uit de talloze micro-events die anticipate-and-adjust-processen zijn. Dit zijn allemaal vormen van complexe voorspellingen, niet alleen in de hoofden van individuen, maar *tussen* de hoofden van mensen. In dezelfde lijn: tijdens sociale interacties hebben mensen geen gemeenschappelijk voorspellingssysteem, maar construeren ze collectief complexen van voorspellingen van verschillende abstractieniveaus zolang de interacties duren. Omdat anticipate-and-adjust-processen kunnen leiden tot resonantiepatronen, zijn voorspellingscomplexen ook divers, lokaal en onderhevig aan concurrentie en machtsverschillen tussen mensen. Dit betekent dat de kans dat jouw proto-signalen hun weg vinden naar de (juiste) machthebbers klein en onvoorspelbaar is.

Kortom: een weak signal is niet een signaal dat van de buitenwereld wordt ontvangen, maar vanuit het lichaam ontstaat als reactie op wat er buiten gebeurt. Als "wat er buiten gebeurt" anders is dan wat "binnen" het brein wordt verwacht, treedt er een voorspellingsfout (verrassing) op. Dit is waar het brein mee werkt. Zelfs een minimale afwijking buiten het afwijkingsbereik kan leiden tot een voorspellingsfout die gepaard gaat met een gevoel, zoals een voorgevoel of zelfs een waarschuwingstoestand. Een voorgevoel is een voorspellingsfout op basis van ervaring, waarbij de oorspronkelijke oorzakelijke gebeurtenis nu geen rol speelt: je voelt dat er iets niet klopt, maar je weet niet waarom. Een proto-signaal is een interoceptieve fout om het heden te voorspellen, nog vóór dat je weak signals (h)erkennt.

Ik heb een alternatief gepresenteerd voor het conventionele weak signal, dat helpt om het buiten-en-binnen dilemma te overbruggen. Daarnaast begrijp ik nu waarom ik soms laat, anders of helemaal niet reageer op bepaalde signalen. Actieve inferentie, synchronisatie, resonantie en interoceptie-exteroceptie werken immers anders bij mensen met ASS en ADD dan bij neurotypische personen. Ik hoop dat anderen (mede-ASSpies en ADDicts) met soortgelijke ervaringen baat zullen hebben bij deze kennis.

Verwijzingen

- Ansoff, I. (1975). Managing strategic surprise by response to weak signals. *California Management Review*, XVIII, 21-33.
- Chandy, K., Charpentier, Michel, & Capponi, Agostino. (2007). Towards a theory of events. 180-187. doi: <http://doi.org/10.1145/1266894.1266929>
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181-204. doi: <http://doi.org/10.1017/s0140525x12000477>
- Coffman, B. (1997). Weak Signal Research, Part IV: Evolution and Growth of the Weak Signal to Maturity Retrieved 27-11-2022, from <https://legacy.mgtaylor.com/mgtaylor/jotm/winter97/wsrmatur.htm>
- Dikker, S., Wan, L., Davidesco, I., Kaggen, L., Oostrik, M., McClintock, J., . . . Poeppel, D. (2017). Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom. *Current Biology*, 27(9). doi: <http://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.002>
- Eijnatten, F., Poorthuis, A., & Peters, J. (Eds.). (2002). *Inleiding in Chaosenken* (Vol. 1). Assen: Gorcum B.V., Koninklijke van.
- Feldman, R. (2016). The Neurobiology of Human Attachments. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(2), 82 - 95. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tics.2016.11.007>
- Friston, K.J. (2010). The free-energy principle: a unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 13. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nrn2787>
- Friston, K.J. (2024). [Soft signals and predictive coding (question/request, mailwisseling)].
- Guzmán-Vélez, E., Feinstein, J. S., & Tranel, D. (2014). Feelings Without Memory in Alzheimer Disease. *Cognitive and behavioral neurology: official journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology* 27(3), 117-129. doi: <http://doi.org/10.1097/WNN.000000000000020>
- Haeckel, S. H. (1999). *Adaptive Enterprise: Creating and Leading Sense-and-Respond Organizations* (Illustrated ed.). Boston: Harvard Business School Press.
- Homan, T. (2006). *Wolkenridders, Over de binnenkant van organisatieverandering*. Professor Oratie, Open Universiteit Nederland, Heerlen.
- Hung, T.-Wei. (2023). Why Human Prejudice is so Persistent: A Predictive Coding Analysis. *Social Epistemology*, 37(6), 779-797. doi: <http://doi.org/10.1080/02691728.2023.2237942>
- Jiang, J., Zheng, L., & Lu, C. (2020). A Hierarchical Model For Interpersonal Verbal Communication. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 16(1-2), 246-255. doi: <http://doi.org/10.1093/scan/nsaa151>
- Josselyn, S., & Tonegawa, S. (2020). Memory engrams: Recalling the past and imagining the future. *Science* 367(39), 16. doi: <http://doi.org/10.1126/science.aaw4325>
- Kitamura, T., Ogawa, S. K., Roy, D. S., Okuyama, T., Morrissey, M. D., Smith, L.M., . . . Tonegawa, S. (2017). Engrams and circuits crucial for systems consolidation of a memory. *Science*, 356(6333), 73-78. doi: <http://doi.org/10.1126/science.aam6808>
- Korsten, A. (2009). *Leiderschap: boorputten slaan in de onderstroom*.
- Korsten, A., & Leers, G. (2005). *Inspirerend leiderschap in de risicomaatschappij* Utrecht: Lemma.
- Lesca, H., & Lesca, N. (2011). *Weak Signals for Strategic Intelligence: Anticipation Tool for Managers*.
- Luyk, J. (2011). *Towards improving detection of early warning signals within organizations: an approach to the identification and utilization of underlying factors from an organizational perspective*. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.
- McLelland, K.A. (1985). On the social significance of interactional synchrony. 41.
- Mead, G.H., & Morris, C.W. (1934). *Mind, Self, and Society: From the Standpoint of a Social Behaviorist*: University of Chicago Press.
- Pérez, A., Carreiras, M., & Duñabeitia, J. (2017). Brain-to-brain entrainment: EEG interbrain synchronization while speaking and listening. *Scientific Reports*, 7(1), 4190. doi: <http://doi.org/10.1038/s41598-017-04464-4>
- Petersen, S., von Leupoldt, A., & Vanden Bergh, O. (2015). Interoception and the uneasiness of the mind: affect as perceptual style. *Frontiers in Psychology*, 6. doi: <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01408>
- Prochazkova, E., & Kret, M. (2017). Connecting minds and sharing emotions through mimicry: A neurocognitive model of emotional contagion. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 80, 99 - 114. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.05.013>
- Seth, A. K. (2013). Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 565-573. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.007>
- Seth, A. K., & Friston, K. (2016). Active interoceptive inference and the emotional brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371. doi: <http://doi.org/10.1098/rstb.2016.0007>
- Shannon, C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-426, 623-656.
- Stivers, T., Enfield, N., Brown, P., Englert, C., Hayashi, M., Heinemann, T., . . . Levinson, S. (2009). Universals and cultural variation in turn-taking in conversation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 10587-10592. doi: <http://doi.org/10.1073/pnas.0903616106>

- Tonegawa, S., Liu, X., Ramirez, S., & Redondo, R. (2015). Memory Engram Cells Have Come of Age. *Neuron Elsevier inc.*, 87(1097-4199 (Electronic)). doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2015.08.002>
- Turner, B. (1997). *Man-made disasters* (2nd ed. ed.). Boston :: Butterworth-Heinemann.
- Van Veen, B., & Ortt, R. (2021). Unifying Weak Signals Definitions to Improve Construct Understanding. *Futures*, 134. doi: <http://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102837>
- Williams, K.J. (2001). Phoenix Memo - Zakaria Mustapha Soubra. Retrieved from
- Zhao, B., Sun, J., Zhang, X., Mo, H., Niu, Y., Li, Q., . . . Zhong, Y. (2019). Long-term memory is formed immediately without the need for protein synthesis-dependent consolidation in *Drosophila*. *Nature Communications*, 10(1), 4550. doi: <http://doi.org/10.1038/s41467-019-12436-7>

Verder lezen

- Atkinson, R.C.; Shiffrin, R.M. (1968). Menselijk geheugen: een voorgesteld systeem en zijn controleprocessen. *De psychologie van leren en motivatie: vooruitgang in onderzoek en theorie*, 2, 89-195.
- Atkinson, R.C.; Shiffrin, R.M. (1971). De controleprocessen van het kortetermijngeheugen. *Wetenschappelijke Amerikaan*(173), 82-92.
- Den Ouden, H., Kok, P., & De Lange, F.P. (2012). Hoe voorspellingsfouten perceptie, aandacht en motivatie vormgeven. [Recensie]. *Grenzen in de psychologie*, 3. doi: <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00548>
- Dikker, S., & Neurowetenschappen. (2014). Je hebt de woorden rechtstreeks uit mijn brein gehaald, van <https://neurosciencenews.com/speech-prediction-auditory-cortex-1004/>
- Dikker, S., Silbert, L., Hasson, U., & Zevin, J. (2014). Op dezelfde golflengte: Voorspelbare taal verbetert de brein-tot-breinsynchronie tussen spreker en luisteraar in de posterieure superieure temporale gyrus. *The Journal of neuroscience: het officiële tijdschrift van de Society for Neuroscience*, 34, 6267-6272. doi: <http://doi.org/10.1523/jneurosci.3796-13.2014>
- Homan, T. (2005). *Organisatiedynamica*. Den Haag: Academic Service, SDU.
- Homan, T. (2008). De binnenkant van organisatieverandering. *HRM Handboek, HRM in de praktijk*, 42B.
- Homan, T., & Wetzels, R. (2020). Hoe verder in een post-eerste-coronagolf wereld?
- Friston, K.J. (2009). Het vrije-energieprincipe: een ruwe gids voor de hersenen? *Trends in de cognitieve wetenschappen* 13(7), 9. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tics.2009.04.005>
- Friston, K.J., Kilner, J., & Harrison, L. (2006). Een gratis energie principe voor de hersenen. *Tijdschrift voor fysiologie, Parijs*, 100(1-3), 70-87. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2006.10.001>
- Friston, K.J., & Stephan, K.E. (2007). Vrije energie en het brein. (0039-7857 (afdrukken)). doi: <http://doi.org/10.1007/s11229-007-9237-y>.
- Haeckel, S. H. (1992, 1992/10//). Van 'maken en verkopen' naar 'aanvoelen en reageren'. *Beoordeling van het management*, 81, 63.
- Haeckel, S. H. (2004). Perifeer zicht: Weak signals waarnemen en ernaar handelen: betekenis geven aan schijnbare ruis: de behoefte aan een nieuw managementkader. *Planning op lange termijn*, 37(2), 181-189. doi: <http://doi.org/10.1016/j.lrp.2004.01.006>
- Jiang, J., Zheng, L., & Lu, C. (2020). Een hiërarchisch model voor interpersoonlijke verbale communicatie. *Sociaal-cognitieve en affectieve neurowetenschappen*, 16 (1-2), 246-255. doi: <http://doi.org/10.1093/scan/nsaa151>
- Kret, M. (2015). Emotionele uitdrukkingen die verder gaan dan de acties van de gezichtsspieren. Een oproep om autonome signalen en hun impact op sociale perceptie te bestuderen. [Recensie]. *Grenzen in de psychologie*, 6 (711), 10. doi: <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00711>
- Neisser, U. (1976). *Cognitie en realiteit: principes en implicaties van cognitieve psychologie*: WH Freeman.
- Stacey, RD (2001). *Complexe responsieve processen; Leren en kenniscreatie*. New York: Routledge.
- Vermeulen, P. (2021). *Autisme en het voorspellende brein: absoluut denken in een relatieve wereld*: Pelckmans.
- Wheeler, N.E., Allidina, S., Long, E.U., Schneider, S.P., Haas, I.J., & Cunningham, W.A. (2020). Ideologie en voorspellende verwerking: coördinatie, vooringenomenheid en polarisatie in sociaal beperkte foutenminimalisatie. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 34, 192-198. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.05.002>