

Na zelfrijdende auto's ook zelfsturende organisaties?

Wil van der Aalst

De eerste experimenten met zelfrijdende auto's vonden al plaats in de jaren 1930. Futurama, een prototype verkeerssysteem dat werd gesponsord door General Motors, werd gepresenteerd op de Wereldtentoonstelling van New York in 1939. Futurama gaf een inkijkje in de toekomst van het vervoer met radiogestuurde elektrische auto's. De technologie heeft zich in een adembenemend tempo ontwikkeld. Ook al is volledig autonoom rijden nog steeds een droom en geen realiteit: het is duidelijk dat we elk jaar een stapje dichterbij komen. Dankzij doorbraken in Machine Learning (ML) en Artificial Intelligence (AI) worden steeds meer taken geautomatiseerd. Dankzij doorbraken in Process Mining (PM) is het ook mogelijk taken van managers uit handen te nemen. PM software kan automatisch knelpunten en afwijkingen detecteren en de benodigde maatregelen nemen. Gartner en andere adviesbureaus gebruiken graag termen zoals een Digital Twin of an Organization (DTO) en Hyperautomation (HA) om te verwijzen naar intelligente data-gedreven informatiesystemen. Dit roept de vraag op: Gaat software ook de besturing van organisaties overnemen?

Mercedes-Benz was de eerste automaker ter wereld die internationale goedkeuring kreeg om in 2022 een auto te produceren die op niveau 3 autonoom kan rijden. Voor auto's heeft de Society of Automotive Engineers (SAE) zes niveaus (0-5) vastgesteld. Deze niveaus lopen van geen ondersteuning (SAE niveau 0) tot volledige autonomie van de auto (SAE niveau 5). Niveau 3 is het laagste niveau waarbij de bestuurder het stuur los mag laten en de auto daadwerkelijk zelf stuurt, afremt, en accelereert. Dit is echter vaak aan bijzondere omstandigheden gebonden. De Mercedes S-klasse met Drive Pilot mag bijvoorbeeld alleen overdag, op snelwegen en bij snelheden onder de 60 kilometer per uur worden gebruikt. Het is nog steeds niet toegestaan om een dutje te doen tijdens het rijden, en het lijkt erop dat echte zelfrijdende auto's nog ver van de realiteit verwijderd zijn. De zes niveaus beschreven door de SAE geven echter een goede indruk van de stappen die nodig zijn om te komen tot volledig zelfrijdende auto's. In het Engelstalige artikel "Six Levels of Autonomous Process Execution Management" (<https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.11328>) beschrijf ik ook zes niveaus

voor de automatische besturing van organisaties (zie ook de tabel aan het einde). Deze niveaus zijn sterk geïnspireerd door de SAI classificatie.

De vraag is wanneer welk niveau bereikt wordt. Een belangrijke enabler is Process Mining (PM). Dankzij PM is het mogelijk de echte processen (geen veronderstelde processen) te ontdekken, te bewaken en te verbeteren door kennis te halen uit event logs. Een event log beschrijft systematisch welke gebeurtenissen plaatsgevonden hebben en wanneer. Bijvoorbeeld een klant die een bestelling plaatst of een arts die een röntgenfoto van een patiënt maakt. Op basis van een event log kunnen PM algoritmen afleiden wat het echte process is. Vaak laten de automatisch ontdekte procesmodellen onverwachte knelpunten en afwijkingen zien. De event logs kunnen automatisch geëxtraheerd worden uit de informatiesystemen van vandaag. PM omvat het automatisch ontdekken van processen (d.w.z. het extraheren van procesmodellen uit data), conformiteitscontrole (d.w.z. het controleren op afwijkingen tussen model en data), mining van sociale netwerken/organisaties, automatische constructie van simulatiemodellen, het voorstellen van knelpunten en afwijkingen, en het automatisch opstarten van verbeteracties.

Zoals eerder aangegeven kan de Mercedes S-klasse zelf rijden (niveau 3), maar is de auto hier in beperkt tot snelwegen overdag en met snelheden onder de 60 kilometer per uur. Net zoals er verschillende soorten wegen en verkeersomstandigheden zijn, zijn er verschillende soorten processen die onder verschillende omstandigheden werken. Standaardprocessen zoals Order-to-Cash (O2C) en Purchase-to-Pay (P2P) verschillen sterk van de processen die komen kijken bij de productie van microchips of de behandeling van Covid-patiënten. Bovendien kunnen processen in bepaalde perioden stabiel en goed voorstelbaar zijn, en in andere perioden niet. Daarom is de samenwerking tussen mens en software van groot belang. Dit sluit goed aan bij het Hybride Intelligence (HI) concept, dat menselijke en machine-intelligentie tracht te combineren. De sterke punten van menselijke intelligentie worden gekenmerkt door de woorden flexibel, creatief, empathisch, en instinctief. De sterke punten van machine-intelligentie worden gekenmerkt door de termen snel, efficiënt, goedkoop, schaalbaar en consistent. Vandaar dat HI een van de terugkerende thema's zal zijn in de context van zelfsturende organisaties.

Zoals Niels Bohr ooit zei: "Het is moeilijk om voorspellingen te doen, vooral over de toekomst". In 2015 verklaarde Elon Musk dat de volledige autonomie van auto's binnen drie jaar een feit zou zijn. Dit was duidelijk te optimistisch. Hetzelfde geldt voor de beweringen van softwareleveranciers als het gaat om AI en ML. De richting is echter

duidelijk. Informatiesystemen zullen elk jaar autonomer worden. Dit zal echter een langzaam en geleidelijk proces zijn dat begint met eenvoudige processen zoals O2C en P2P onder “perfecte weersomstandigheden”.

Onderstaande tabel vergelijkt de zes niveaus voor autonoom rijden volgens de Society of Automotive Engineers (SAE) en zes niveaus voor het besturen en automatiseren van processen en organisaties. De term Process Execution Management System (PEMS) beschrijft een softwaresysteem dat de besturing van een organisatie (of delen van de organisatie) op zich neemt. Zie het artikel “Six Levels of Autonomous Process Execution Management” (<https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.11328>) voor meer details.

	SAE levels for autonomous driving	Levels of autonomous process execution management
Level 0	A human is driving, and features are limited to breaking assistance, blind-spot warning, lane departure warning, etc.	There is no PEMS. All orchestration and management are done by humans. Features are limited to dashboards, reporting, key performance indicators, hard-coded workflows, and manually created simulations to conduct what-if analysis.
Level 1	A human is driving, but the car provides steering or brake/acceleration support, e.g., lane centering or adaptive cruise control.	The PEMS is able to detect and quantify known and unknown performance and compliance problems. Features include process discovery and conformance checking. The PEMS may create alerts. However, humans need to interpret the diagnostics and, if needed, select appropriate actions.
Level 2	A human is driving, but the car provides steering and brake/acceleration support. The difference with Level 1 is the combination of systems.	The PEMS is able to detect and quantify known and unknown performance and compliance problems. Moreover, the PEMS is able to recommend actions in case of detected known performance and compliance problems (execution gaps) and support the user in triggering corresponding actions. These actions may be automated, but in-the-end a human decides.
Level 3	Under selected circumstances, the car is driving. However, the driver needs to be alert and ready to take over control at any time.	The PEMS automatically responds to performance and compliance problems by taking appropriate actions. However, this is limited to a subset of problems and humans need to be alert and ready to take over control.
Level 4	Under selected circumstances, the car is driving. If the conditions are not met, the vehicle stops. The driver	The PEMS automatically responds to performance and compliance problems by taking appropriate actions. In principle, all management and orchestration decisions are

	does not need to constantly monitor the situation.	made by the PEMS. Humans do not need to constantly monitor the PEMS, but the system may decide to call on the help of humans in case of diverging or unexpected behaviors.
Level 5	The car can drive itself under all circumstances (comparable to a human driver).	The PEMS functions fully autonomous also under diverging or unexpected circumstances.

Over de auteur

Prof.dr.ir. Wil van der Aalst is hoogleraar aan de RWTH Aachen University en leidt de groep Process and Data Science (PADS). Daarnaast is hij Chief Scientist bij Celonis, parttime verbonden aan Fraunhofer FIT, en lid van de raad van toezicht van de Universiteit van Tilburg. Zijn onderzoeksinteresses omvatten process mining, Petri-netten, business process management, workflow management, procesmodellering en procesanalyse. Wil van der Aalst heeft meer dan 900 artikelen en boeken gepubliceerd en staat in de top-15 van meest geciteerde computerwetenschappers met een H-index van 170 en meer dan 130.000 citaties. Van der Aalst is IFIP Fellow, IEEE Fellow, ACM Fellow, en ontving eretitels van de Moscow Higher School of Economics (Prof. h.c.), Tsinghua University, en Hasselt University (Dr. h.c.). Hij is ook gekozen lid van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, de Koninklijke Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen en Geesteswetenschappen, de Academie van Europa, en de North Rhine-Westphalian Academy of Sciences, Humanities and the Arts. In 2018 werd hem een Alexander-von-Humboldt-hoogleraarschap toegekend.