

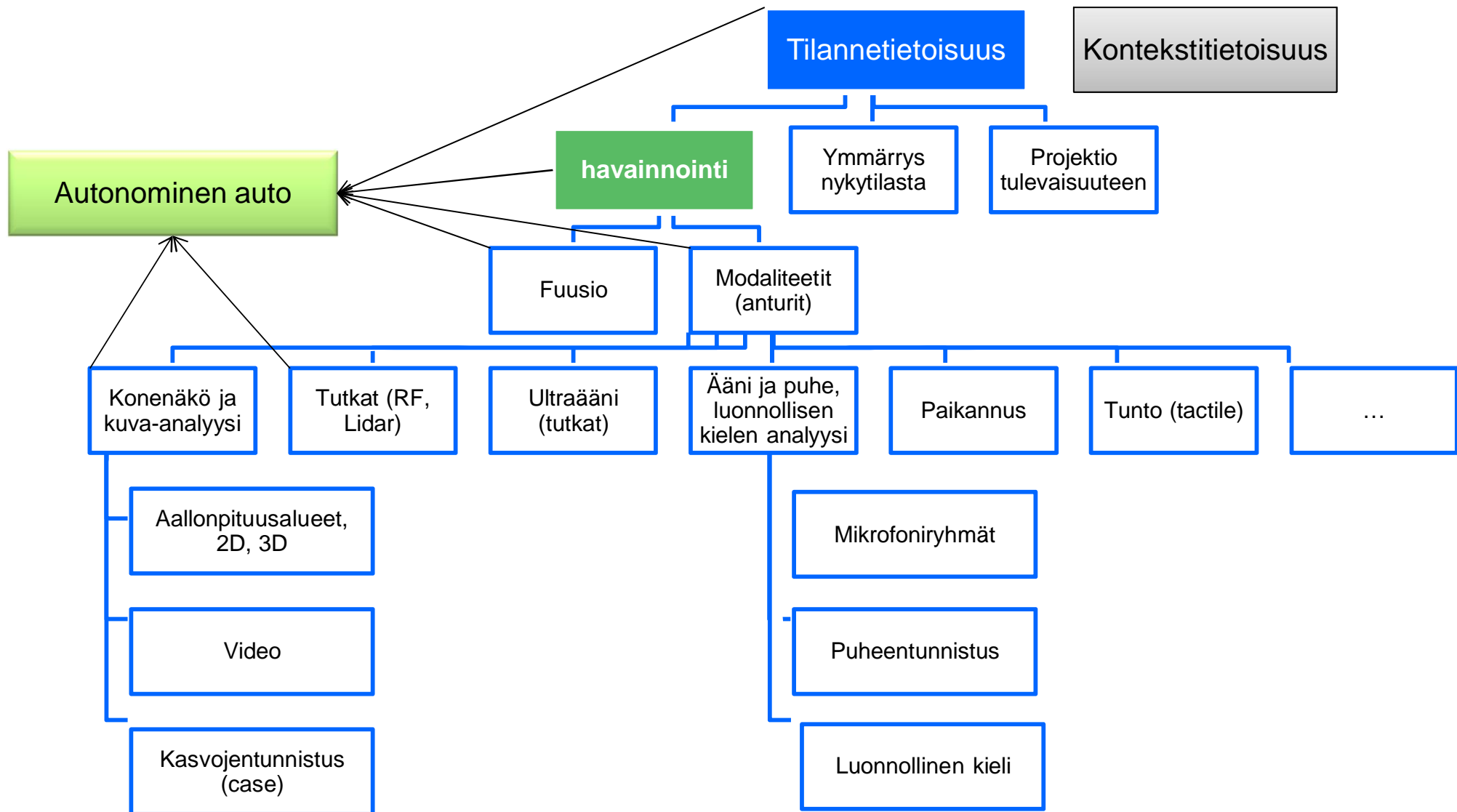


Havainnointi ja tilannetietoisuus

**Tekoälyn monet ulottuvuudet - symposiumi
4.5.2017**

Heikki Ailisto, tutkimusprofessori, VTT

Käsitteet ja niiden suhteet (sovellettuna tätä esitystä varten)



Määritelmiä

Nils J. Nilssonin määritelmä: *Artificial intelligence is that activity devoted to making machines intelligent, and intelligence is that quality that enables an entity to function appropriately and with foresight in its environment.*

”Tekoälyn avulla koneet, laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja palvelut voivat toimia tehtävän ja tilanteen mukaisesti järkevällä tavalla.”

”Tekoäly on sitä mitä ei vielä pystytä ohjelmoimaan tietokoneelle.”

Tilannetietoisuus (Situation awareness)

- tausta ilmailussa: sovellettu psykologia
- henkilön tai tiimin näkökulma

Tasot

1. Ympäristön elementtien havainnointi
2. Ymmärrys nykytilasta
3. Projektio tulevaisuuteen

A situation is a set of circumstances in which a number of objects may have relationships with one another and the environment. Situation awareness can be described as “the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future”

M.R. Endsley *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. Hum. Factors, 37 (1) (1995), pp. 32–64

Alkuperäinen kuva löytyy viitteestä

(M. Endsley 2013 in The Oxford Handbook of Cognitive Engineering

Eds. John D. Lee, Alex Kirlik, M. J. Dainoff)

Tilannetietoisuus (2)

- Ihmisen ja järjestelmän (koneen) vuorovaikutus
- Erityisesti (turvallisuus) kriittisissä sovelluksissa
- SASS (Situation Awareness Support Systems)

Esityksessä ollut kuva löytyy viitteestä

Tilanteen arviointi (Situation assesment) ja tekoäly

Erilaisia koneoppimisen menetelmiä on sovellettu kokeellisesti mm. ydinvoimalan tilanteen arviointiin.

- support vector machines [Lu et al. 2008]
- Bayesian inference [Kim et al. 2006]
- ANN [Brannon 2009]
- Expert Systems [Naderpour 2012]

”[however] their use in real environments is very limited because of the lack of appropriate SA training data” [Naderpour et al. 2014]

M. Naderpour, J. Lu **A fuzzy dual expert system for managing situation awareness in a safety supervisory system**

21st IEEE International Conference on Fuzzy Systems, (Brisbane—Australia, 2012) (2012), pp. 715–721.

N.G. Brannon, J.E. Seiffert, T.J. Draelos, D.C. Wunsch II **Coordinated machine learning and decision support for situation awareness**

Neural Netw., 22 (3) (2009), pp. 316–32

Mohsen Naderpour, Jie Lu, Guangquan Zhang, **An intelligent situation awareness support system for safety-critical environments**, Decision Support Systems, Volume 59, March 2014, Pages 325–340.

J. Lu, B. Liu, G. Zhang, Z. Hao, Y. Xiao **A situation assessment approach using support vector machines as a learning tool**

Int. J. Nucl. Knowl. Manag., 3 (1) (2008), pp. 82–97

M.C. Kim, P.H. Seong. **An analytic model for situation assessment of nuclear power plant operators based on Bayesian inference**. Reliab. Eng. Syst. Saf., 91 (3) (2006), pp. 270–282

Situation Awareness Support Systems ja tekoäly

Useita eri asteilla olevia järjestelmiä.

Taustalla kolmitasoinen malli, useimmiten avustava

- Sensoritiedon yhdistäminen, konteksti ja muuhun tietoon, ontologiapohjainen, ala: meriturvallisuus [van den Broek 2011]
- Tilakonepohjainen järjestelmä, meriturvallisuus [Farahboud 2011]
- Formaali logiikka, korkeamman tason päättely ja tilannekuva automaattisesti, sotilassovelluskenttä [Baader 2009]
- Luonnollisen kielen ymmärtämistä ja tietokantahakuja on ehdotettu liike-elmän vaikeisiin päätöstilanteisiin [Niu 2013]

A.C. Van den Broek, R.M. Neef, P. Hanckmann, S.P. Van Gosliga, D. Van Halsema **Improving maritime situational awareness by fusing sensor information and intelligence** 14th International Conference on Information Fusion (FUSION) (2011), pp. 1–8.

R. Farahboud, V. Avram, U. Glasser, A. Guitouni **Engineering situation analysis decision support systems**. European Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC), (Athens, Greece, 2011) (2011), pp. 10–18

F. Baader, A. Bauer, P. Baumgartner, A. Cregan, A. Gabaldon, K. Ji, K. Lee, D. Rajaratnam, R. Schwitter, **A novel architecture for situation awareness systems**. 18th International Conference on Automated Reasoning with Analytic Tableaux and Related Methods, (Springer Berlin/Heidelberg, Oslo, Norway, 2009) (2009), pp. 77–92.

L. Niu, J. Lu, G. Zhang, D. Wu. **Facets: a cognitive business intelligence system**. Inf. Syst., 38 (2013), pp. 835–862

Tilannetietoisuus ja tekoäly

- Useimpia tekoälymenetelmiä on sovellettu tai ainakin koitettu tilannetietoisuuden työkaluina.
- Kolmen tason malli ilmeisesti laajalti hyväksytty.
- Toistaiseksi enemmän päätöksenteon tukena kuin automaattisena.
- Monimutkaiset ja kriittiset tilanteet: sotilas (command & control), ilmaitu, merenkulku, ydinvoimalat, kriisit, liike-elämä, autoliikenne,...

Kontekstitietoisuus

Kontekstitietoisuus on käsitteenä lähellä tilannetietoisuutta. Termiä käytetään erityisesti ubi- ja pervasive computing tutkimuksen yhteydessä. Se liittyy usein älypuhelinsovelluksiin.

[Research community sees] context-awareness as a technique for developing **pervasive computing applications that are flexible, adaptable, and capable of acting autonomously on behalf of users**. A large part of this research investigates approaches to **modelling context information used by context-aware applications and reasoning techniques for context information**.

A survey of context modelling and reasoning techniques. Pervasive and Mobile Computing. Claudia Bettina et al. Volume 6, Issue 2, April 2010, Pages 161–180

Alkuperäinen kuva löytyy viitteestä

Kontekstin mallintaminen

- Schilit, Adams and Want:
“Where you are, who you are with and what resources are nearby”
- W3C, *Composite Capabilities/Preference Profile (CC/PP)*, matkapuhelin [Klyne 2004]
- Kontekstittietoinen selailu (Who, What, Where, When) tuplet [Castelli 2007]
- Context Modelling Language (CML), [Henricksen 2004]
 - ”Flat”, ei tue hierarkista esitystä kontekstista
- Paikka ja tila: fyysisestä sosiaaliseen ja toiminnalliseen [Frank 2001], tiers 0 – 4
- Ontologiat, OWL [esim. Agostini, 2009]
 - Rajoittunut, esim. aikeet.
- Korkean tason konteksti, ”tilanne”
- Epävarmuus lähtötiedoissa (anturit ja muu) => fuzzy, bayes, HMM,
- Hybridimallit

Table 1:

Example instantiation of the “located at” fact type without alternatives.

Person	Location
Fitzwilliam Darcy	Kitchen
Elizabeth Bennet	Study

`BusinessMeeting` \sqsubseteq `Activity` \sqcap ≥ 2 `hasActor` \sqcap
 \forall `hasActor.Employee` \sqcap \exists `hasLocation.(ConfRoom` \sqcap
`CompanyBuilding)`.

Hybridimalli

Alkuperäinen kuva löytyy viitteestä

A survey of context modelling and reasoning techniques.
Pervasive and Mobile Computing. Claudia Bettina et al.
Volume 6, Issue 2, April 2010, Pages 161–180

Kontekstin mallintaminen, viitteitä

- G. Klyne, F. Reynolds, C. Woodrow, H. Ohto, J. Hjelm, M.H. Butler, L. Tran, Composite capability/preference profiles (CC/PP): Structure and vocabularies 1.0, W3C Recommendation, Tech. Rep., W3C, January 2004.
- G. Castelli, A. Rossi, M. Mamei, F. Zambonelli **A simple model and infrastructure for context-aware browsing of the world.** Proceedings of the 5th IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications, IEEE Computer Society (2007)
- K. Henriksen, J. Indulska **Modelling and using imperfect context information.** 1st Workshop on Context Modeling and Reasoning (CoMoRea), PerCom'04 Workshop Proceedings, IEEE Computer Society (2004)
- Schilit, N. Adams, R. Want **Context-aware Computing Applications** Xerox Corp., Palo Alto Research Center (1994)
- Frank. **Tiers of ontology and consistency constraints in geographical information systems.** International Journal of Geographical Information Science, 15 (7) (2001), pp. 667–678
- A. Agostini, C. Bettini, D. Riboni Hybrid Reasoning in the CARE Middleware for Context-Awareness. International Journal of Web Engineering and Technology, 5 (1) (2009), pp. 3–23
- Juan Yea, Simon Dobson, Susan McKeever. Situation identification techniques in pervasive computing: A review. Pervasive and Mobile Computing, Volume 8, Issue 1, February 2012, Pages 36–66

Esimerkki

Google Mapsin aikajanan avulla voit katsella kulkemiasi reittejä ja paikkoja, joissa olet käynyt. Aikajanasasi on yksityinen, joten vain sinä näet sen.

Havainnointi

- Fuusio
- Modaaliteetit
 - Konenäkö
 - Kasvojen tunnistus
 - Tutkat
 - Kosketus/tunto (tactile)
 - Ääni (puheentunnistus ja muu)
 - Luonnollisen kielen analyysi
 - ...

Kasvojen tunnistus

- Ihminen on hyvä tunnistamaan kasvoja. Paljon sovelluksia. Benchmark konenäölle!
- Valtava edistys 1990 – 2017.
 - Mug shot
 - Rotaatio
 - Osin peitetty, vanha kuva
 - Ikä, sukupuoli
 - Ilme
- Tietokannat, corpukset ja kilpailut edistäjinä
 - FERET, UHDB11, FRGC V2.0

Väriin hylkäysten osuus kun
FAR = 0.001
1993 0.79
2006 0,0029

Kasvojen tunnistus

- Lähtökohta: 2D, rotaatio vai ei, 2,5 D, 3D, IR, video
- Paikallisiin piirteisiin perustuvat menetelmät
 - Reunapiirteet
 - Paikalliset piirteet
 - Local Binary Pattern (Ahonen, Hadid, Pietikäinen)
- Holisitiset
 - Eigenface [Turk & Pentland 1991]
 - Neuroverkot
 - Tilastolliset (PCA,...)

Alkuperäinen kuva löytyy viitteestä

Shuxin Ouyanga, Timothy Hospedalesb, Yi-Zhe Songb, Xueming Lia, Chen Change Loyc, Xiaogang Wangc. **A survey on heterogeneous face recognition: Sketch, infra-red, 3D and low-resolution.** Image and Vision Computing, Volume 56, December 2016, Pages 28–48

Kosketus / tunto (tactile and haptic sensing)

- Liitetään yleensä robotiikkaan ja mekatroniikkaan, ml. Kirurgiset robotit, nyt myös "tactile internet" (5G)
- Teknologiat: Resistive • Capacitive • Piezoelectric • Optical • Photoelastic

■ Kehitys ollut hidasta

(M. Lee. New Directions, New Challenges,
The International Journal of Robotics Research
Vol. 19, No. 7, July 2000, pp. 636-643)

Table 4. Future Application Areas

Surgery and Medicine	
Feature	Need
Very rapid take-up	Restore taction in MIS
Disposable equipment	Laparoscopy improvements
Sophisticated users	Remote palpation
Technical issue	Challenge
Telepresence	Force and tactile feedback
Teletaction	Mobility, fine control
Soft tissue discrimination	Hardness/softness sensing
Health Care and Service Robotics	
Feature	Need
Demographic projections	Personal space manipulation
Enormous demand imminent	Mobility aids
Cost reduction essential	Automated household tools
Technical issue	Challenge
Haptic exploration, dexterity	Safety
Adaptation, customization	Reliability
Low costs	User acceptance
Natural Product Processing	
Feature	Need
High volume	High speed
Human excluded environment	Inspection function
Versatile, product changes	Consistency
Technical issue	Challenge
Soft, delicate items	Active handling control
Irregular objects	Reliability
Long run-times	Hygiene

Puheen tunnistus (Automatic Speech Recognition)

- Paljon sovelluksia – nopeaa edistystä 2000-luvulla. Siri, Alexa, Google, autot
- Laaja kirjo menetelmiä
- Jaot: erilliset sanat / jatkuva puhe
ja puhuja riippuva / riippumaton

Vaiheet

1. Piirteiden irrotus (feature extraction)
 - Linear prediction coding(LPC)
 - Mel frequency Cepstral Coefficient(MFCC)
 - Linear prediction cepstral coefficient(LPCC)
2. Puheen tunnistus

S.J.Arora and R.Singh, "Automatic Speech Recognition: A Review, "International Journal of Computer Applications, vol60-No.9, December 2012

Puheentunnistus – mihin pystytään

- NIST 2000 Switchboard test
 - Aluksi englannin kielinen corpus, luonnollisia keskusteluita, mandariini-kiina lisätty
 - 20 vuotta sitten 40% WER (word error rate)
 - 2016 IBM 6,6%, MS, 6,3%
 - The Microsoft 2016 Conversational Speech Recognition System. W. Xiong, J. Droppo, X. Huang, F. Seide, M. Seltzer, A. Stolcke, D. Yu, G. Zweig.
Yhdistää neuroverkkopohjaisen akustisen ja kielen mallinnuksen.
- 2009 NIST Language Recognition Evaluation Test Set
 - N. 20 kieltä, satoja tunteja puhetta, mm. radiosta

Luonnollisen kielen analyysi

- Saanut merkitystä erityisesti kansalaisten (asiakkaiden tai äänestäjien) tunnelman, tuntemusten ja aikeiden analyysin takia
- Puhuttu ja kirjoitettu teksti, esim. some

(Sentiment analysis or opinion mining is the computational study of people's opinions, appraisals, attitudes, and emotions toward entities, individuals, issues, events, topics and their attributes. [B. Liu, L. Zhang. In C.C. Aggarwal and C.X. Zhai (eds.), Mining Text Data, 2012])

- Sekä ohjattua että ohjaamatonta oppimista voidaan käyttää
- Taustalla politiikassa ja **hybridivaikuttamisessa**.
Esim. Trumpin kampanjan yksilötasolla kohdennettu (negatiivinen) Facebook-mainonta perustui Cambridge Analytican tuottamaan mielipide- ja tuntemusdataan. [H. Grassegger, M. Krogerus. The Data That Turned World Upside Downs. Motherboard, Jan 28 2017]

Avustettu ajaminen tasot 1...3 (SAE asteikko 0...5)

- **Yhdistää** tilannetietoisuuden ja havainnoinnin
- EU Prometheus, Kalifornia PATH, Darpa Challenges
- ABS, EDS (1990)
- Parking assistance systems, mid-1990
- Taskuperuutus automaattisesti n. 2010
- Adaptiivinen vakionopeuden säädin (ACC) n. 2010
- Volvo esittelee City Safety - automaattinen hätäjarrutus (2014). Skoda Rapid 2017 varustepaketissa
- Kaistavahti (LDS) n. 2010
- Ajolinjojen korjaus
- ...

Esityksessä ollut kaavio löytyy viitteestä

Avustettu ja automaattinen ajaminen - tulevaisuus

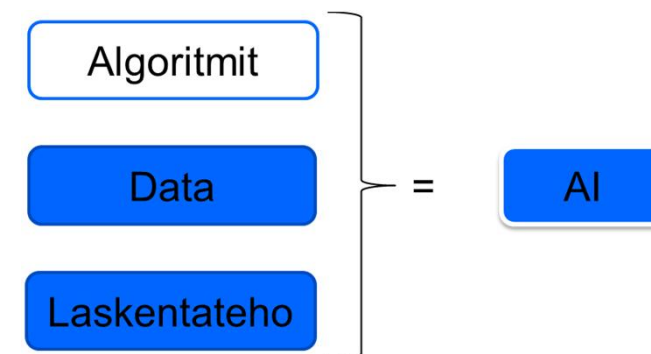
“Today’s sensors are capable of collecting detailed data of a car’s surrounding environment, but **machine cognition and situational awareness are still in their infancy**. To improve them, significant progress is required in symbolic **scene classification**, contextual scene understanding...uncertainty and vagueness of the information from and interpretation of the traffic scene needs to be made explicit.”

Automaattinen ajaminen haastaa siis havainnoinnin ja tilannetietoisuuden ja ohjaa osaltaan tutkimusta.

Yleistyminen on mielestäni paljon kauempana, kuin julkisuudessa tunnutaan oletettavan.

Yhteenveto

- Tilanne- ja kontekstietoisuudessa on edetty visioista soveltamiseen. Kuluttajalle näkyvät mm. kohdennettu mainonta (ei käsitelty tässä) ja mobiiliapplikaatiot.
- Havainnoinnin osalta konenäkö, esim. kasvojentunnistus ja puheentunnistus ovat edenneet reippaasti 25 vuodessa.
- Usein kyse on datan määrän ja laskentatehon kasvusta, ”vanhat” algoritmit alkavat purra.
- Autonominen tai avustettu ajaminen on ala, joka yhdistää havainnointia ja tilannetietoisuutta.





TEKNOLOGIASTA TULOSTA

