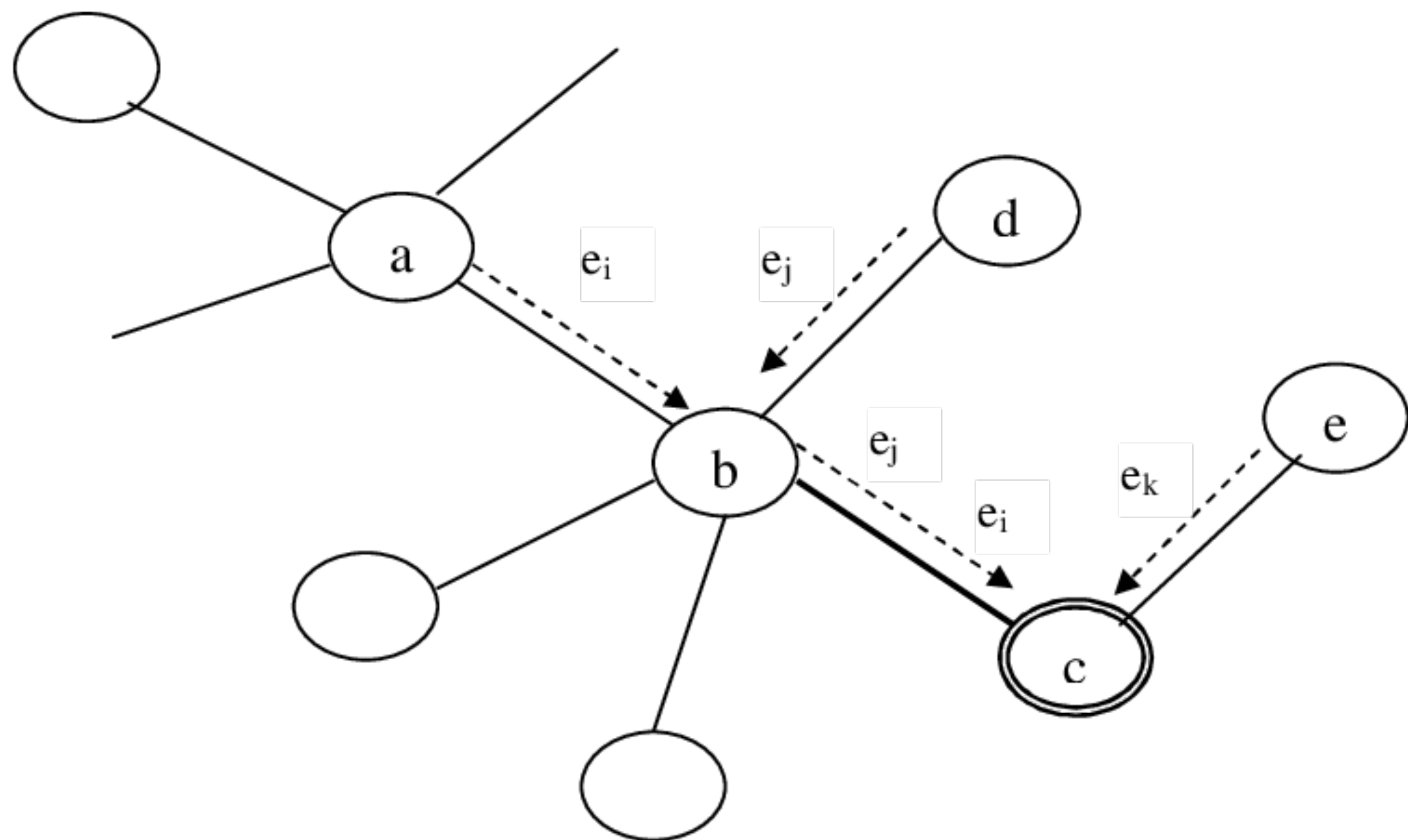


# Vahvistusoppimisen sovellukset langattomissa anturiverkoissa ja sen vaikutukset tuotekehityksessä

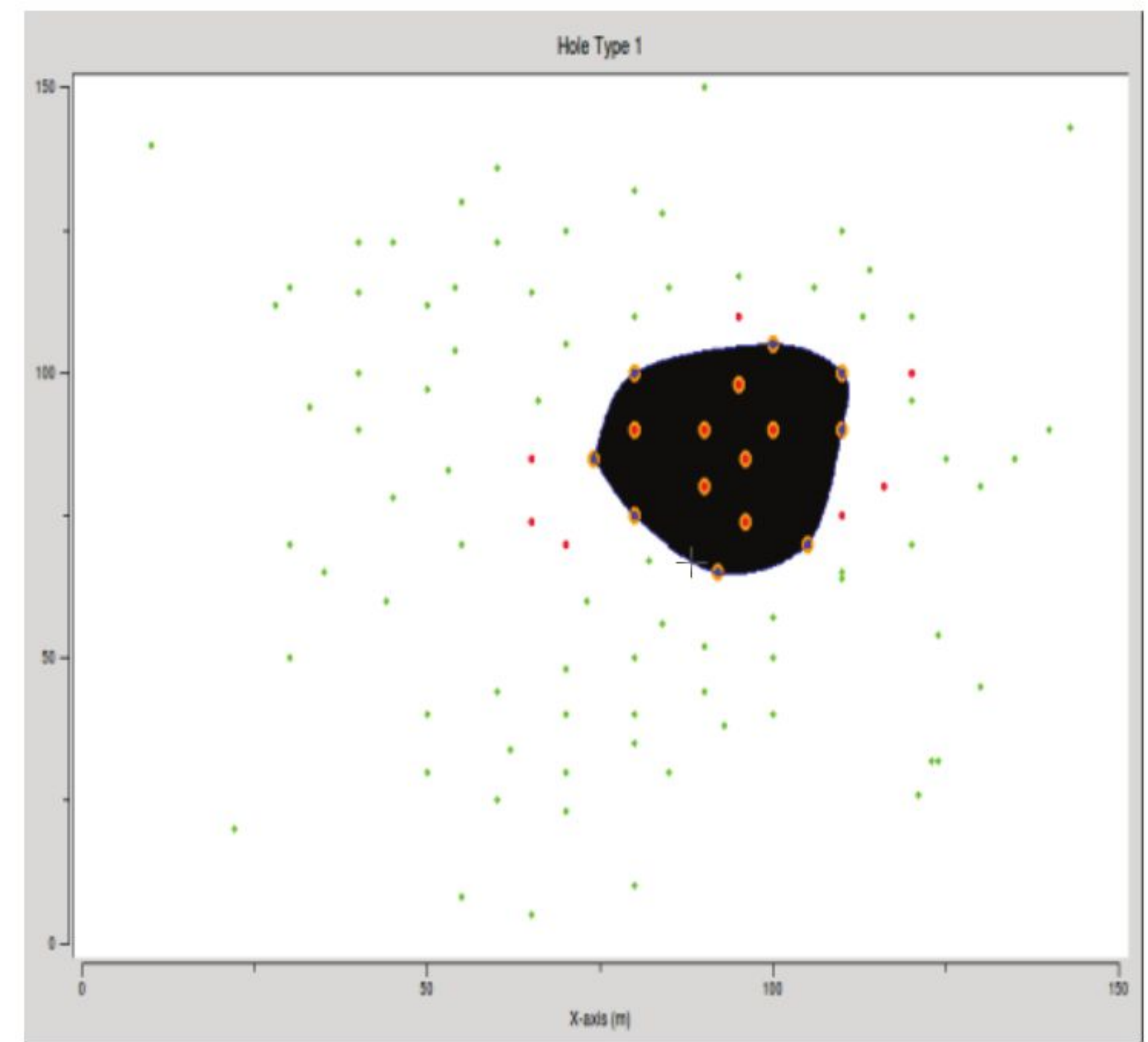
Jonas Nikula

## Avainsanat ja keskeiset käsitteet

- **Internet of things**, suomennettuna "esineiden internet", usein käytetään lyhennettä IoT. IoT on laaja konsepti, ja tieteen ja teollisuuden kirjallisuudessa on jonkun verran epäselvyyttä siitä mitä termi pitää sisällään. IoT:ssa on kumminkin keskeistä erilaisten esineiden (things) verkottaminen toisten esineiden ja laajemman internetin kanssa. Keskeistä on myös että nämä esineet toimivat yhteistyössä keräämällä, käsittelemällä ja toimimalla datan perusteella. [Atzori2010a](#); [Gubbi2013](#)
- **Anturiverkot** koostuvat toisiinsa linkitetyistä antureista. Nykyään puhutaan lähes aina langattomista verkoista (Wireless Sensor Network, WSN). Anturit voivat pysyä paikallaan tai olla liikkuvia, esimerkiksi robotteja tai droneja. Antureiden keräämä data voidaan käsitellä joko keskitetysti, tai sitten hajautetusti. [Chong2003](#); [Tubaishat2003](#)
- **Koneoppiminen** (machine learning) tarkoittaa erilaisten mallien luomista datan perusteella. Käytetään tilanteissa joissa ihminen ei kykene luomaan matemaattista mallia, johtuen yleensä datan määrästä ja monimuotoisuudesta. Termi käsittää useampia alatermejä jotka voivat olla hyvinkin erilaisia. [Grosan2011](#)
- **Vahvistusoppiminen** (reinforcement learning) on koneoppimisen alalaji, josta käytetään myös nimitystä "robottioppiminen", koska se on sen yleisin sovelluskohde. Vahvistusoppimisessa koneoppimismallia muokataan ympäristön ja tilanteen mukaan. Vahvistusoppiminen perustuu oppijan (robotti, tekoäly tms) palkitsemiseen tai rankaisemiseen riippuen siitä kuinka hyvin se suorittaa sille annetun tehtävän (reitit etsiminen, pelin pelaaminen tms). Palkkion ja rankaisun tulisi vaikuttaa oppijan toimintaan niin että sen suoriutuminen tehtävästä paranee. [Kaelbling1996](#)



Esimerkki datan reitityksestä verkossa joka käyttää "path reinforcement algoritmia". Ympyrät ovat verkon nodeja, e:t toisiinsa liittyvien tapahtumien dataa ja katkoviivat datan reittejä verkossa. Kuten nodesta b nähdään, algoritmi lähettää toisiinsa liittyvien tapahtumien dataa eteenpäin samaa reittiä pitkin. [Yu2006](#)



Simulaatiokuva anturiverkosta ja "reiästä" jonka reititys algoritmi on havainnut. "Reikä" johtuu sen sisällä olevien anturien "kuolemasta", joka tarkoittaa että ne eivät syystä tai toisesta pysty lähettämään tai vastaanottamaan dataa, ainakaan tarpeeksi hyvin. [Arya2015](#)

## Käsiteltävät aiheet, ongelmat, metodit ja vertailut

- Anturiverkot ovat kasvava ilmiö.
- Eivät tarkoita enää staattisia antureita
  - Ovat usein liikkuvia, muuttuvia
  - Eivät ole vain antureita, vaan antureita on liitetty erilaisiin koneisiin tai ihmisiin
- Keräävät entistä enemmän dataa
  - Data täytyy reitittää ja käsitellä
    - Käsitelyn avainsanoja: distributed computing & machine learning
- Toimivat monenlaisissa olosuhteissa, myös huonoissa
  - liika, sääilmiöt
  - maantieteelliset esteet
  - vihamieliset toimijat
- Koko- ja tehonkulutusvaatimukset rajoittavat ratkaisuja
- Haasteena:
  - Datan reititys tehokkaasti, luotettavasti ja nopeasti sinne missä sitä tarvitaan
  - Verkon mukautuvuus ja kestävyys
    - Vaikka verkon nodet liikkuvat
    - Vaikka nodeja kuolisi
- Ratkaisuna vahvistusoppiminen?
  - Tarkastelluissa artikkeleissa menetelmänä pääasiassa Q-learning
    - Ei vaadi mallia ympäristöstä
    - Vaan oppii optimaalisen toimintatavan
      - Käyttää tähän "action-value" funktiota, joka kertoo mikä jonkun toiminnan hinta ja hyöty on
        - Ottaa huomioon myös tulevat tilanteet
        - action-value funktio voidaan toteuttaa monilla tavoin, vaikkapa neuroverkkona
      - Aluksi kaikkien toimintojen hinta kaikissa tilanteissa on joku oletusarvo
        - Kun toimija/oppija (vaikka drone) tekee jotakin, toiminnan hinta (Q-arvo) päivitetään
- [Arya2015](#) artikkelissa keskitytään löytämään nopein ja luotettavin reitti siirtää dataa nielulle.
  - Q-arvoon vaikuttaa pääasiassa linkin laatu
- [Yu2006](#) artikkelissa pyritään optimoimaan "datafuusiota"
  - datafuusio tarkoittaa yhteenliittyvän datan yhdistämistä
  - Artikkelissa pyritään reitittämään samankaltainen data samalle nielulle
  - Tässäkin luotettavuus ja nopeus/tehokkuus on tärkeää

## Keskeisimmät lähteet:

- Anju Arya, Amita Malik, and Sanjay Kumar. 2015. A Routing Protocol for Detecting Holes in Wireless Sensor Networks with Multiple Sinks. In Proceedings of the Third International Symposium on Women in Computing and Informatics (WCI '15), Indu Nair (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 103-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2791405.2791480>
- Bin Yu, Paul Scerri, Katia Sycara, Yang Xu, and Michael Lewis. 2006. Scalable and reliable data delivery in mobile ad hoc sensor networks. In Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems (AAMAS '06). ACM, New York, NY, USA, 1071-1078. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/1160633.1160825>