

Agenttiperustaisen mallintamisen käyttömahdollisuudet historiantutkimuksessa

MARTEN DÜRING

Agenttiperustainen mallintaminen voi olla hyödyksi historiallisten tapahtumien tulkitsemisessä. Sen avulla voidaan testata hypoteeseja ja avata uusia näkökulmia tietokonemallien rakentamisen kautta. Tarvitaan vain rajattu määrä muuttujia analyysin pohjaksi, hyvä lähesaattavuus, vakaat olosuhteet ja hyvin määritellyt hypoteesit. Vaikka mallintaminen on yleisempää arkeologiassa kuin millään muulla historiantutkimuksen alalla, tapaustutkimukset osoittavat, että aikajänne tai historian lähteet eivät rajoita sen käyttöä. Agenttiperustainen mallintaminen ja muut laskennalliset metodit historiantutkimuksessa voidaan yhdistää kontrafaktuaaliseen historiaan, sillä molemmat pyrkivät valottamaan, mitä olisi voinut tapahtua. Siten ne auttavat tutkijoita tekemään tarkempia analyysejä.

Johdanto

Kun agenttiperustainen mallintaminen yleistyy humanistisissa tieteissä, sitä sovelletaan useammin myös historian ja arkeologian aloilla.¹ Tässä artikkelissa tutustutaan agenttiperustaisen mallintamisen nykyiseen käyttöön historiantutkimuksessa, esitellään joitakin malleja ja niiden tavoitteita sekä liitetään ne yhä marginaalisina pidettyihin kontrafaktuaalisiin ajatuskokeisiin.

Yleensä historiantutkimuksella tarkoitetaan tiedon tunnistamista, tulkitsemista ja kontekstualisoimista, jotta siitä voidaan kirjoittaa

1 Tämä artikkeli on julkaistu alun perin englanniksi: "Agent-based Modeling, Counterfactual Thinking and the Historical Method" teoksessa *Complexity and the Human Experience Modeling Complexity in the Humanities and Social Sciences*, toim. Paul A. Youngman ja Mirsad Hadzikadic (Stanford Publishing, Boca Raton 2014), 121–137. Kiitämme alkuperäisen teoksen kustantajaa suostumuksesta julkaista teksti uudelleen suomenkielisenä käännöksenä. Turun yliopiston englannin kielen oppiainetta kiitämme avusta tekstin suomentamiseksi.

menneisyyttä selittäviä narratiiveja.² Historioitsija Johann Gustav Droysen kuvaa sitä lähdekritiikin, heuristiikan ja tulkinnan kolmisoinnuksi. Historiantutkijat ovat erityisen hyviä huomioimaan epäselvyyksiä ja ristiriitaisuuksia sekä ottamaan huomioon historiallisen kontekstin. Heidän työnsä tuloksena syntyvä, yleensä kertomuksenmuotoinen rakennelma lepää hajanaisiin lähteisiin perustuvien epätäydellisten tulkintojen varassa.

Agenttiperustaiset mallit vaativat kuitenkin monimutkaisten ja -tulkintaisten historian tapahtumien ja inhimillisen toiminnan yksinkertaistamista, mikä on vaikeaa mutta ajatuksia herättävää. Tutkittavien tapahtumien syy-yhteydet on siis ensin tulkittava sirpaleisen lähteistön pohjalta ja sitten perustettava faktaan, teoriaan tai olettamuksiin. Kun historiallinen tapahtuma on näin abstrahoitu, se täytyy vielä kvantifioida. Erilaiset käsitteet kuten ”onnellisuus”, ”jano” tai ”tulivoima”, täytyy siis kvantifioida mikä puolestaan johtaa siihen, että merkittävät kausaalisuhteet on ilmaistava numeerisesti: sen, että vaikkapa janon aste ”5” aiheuttaa tietyn reaktion, on oltava uskottavaa. Kvantifointi voi olla helpompaa toisille käsitteille kuin toisille, mutta on haastavaa kehittää sopivat arvot kaikille syysuhteille.

Tietokonepelit, erityisesti menneitä yhteiskuntia simuloivat, ovat olleet lähtökohtana monille agenttiperustaisesta mallintamisesta kiinnostuneille arkeologian ja historian tutkijoille. Näiden pelien didaktinen arvo kannattaa huomioida.³ Karsten Weber aloittaa historiallisista tietokonesimulaatioista kertovan artikkelinsa viittaamalla tavallisiin vuoropohjaisiin peleihin kuten *Civilization* tai *Anno 1701*, joissa simuloidaan menneiden yhteiskuntien evoluutioon vaikuttavia tekijöitä ja dynamiikkaa.⁴ Nämä keinotekoiset yhteiskunnat tai asutukset ovat yleensä aluksi pieniä. Valtakunnan rakentamiseen tarvitaan muutama sotilas ja maatyöläinen. Työnjaon mukaisesti maatyöläiset keräävät luonnonvaroja, esimerkiksi kultaa, muita metalleja ja puuta, ja sotilaat hyökkäävät muille asuinalueille ja puolustavat omaansa. Kun asutusalue kehittyy

2 Lorenz 1997, 7.

3 Ks. *Play the Past*.

4 Weber 1999.

– esimerkiksi saavuttaa tietyn määrän rakennuksia, luonnonvaroja tai agentteja – sen edistämiseen avautuu uusia mahdollisuuksia. Pelaajien edetessä mahdollistuvat uudentyypiset rakennukset, aseet ja agentit. Edistytyn pelaajan kehittäminen asutuksiinsa edelleen, puolustamaan niitä kilpailijoilta, etsimään ja valloittamaan laajempia alueita pelimaailmasta ja joskus tuhoamaan kaikki kilpailevat asutukset.

Nämä yhteiskuntamallit on tietenkin luotu viihdykkeeksi eikä suinkaan imitoimaan menneiden imperiumien nousua ja tuhoa: menneissä yhteiskunnissa oli enemmän sosiaalisia rooleja, ne olivat riippuvaisia useammasta kuin kolmesta luonnonvarasta, niissä ei kehittynyt uusia taitoja automaattisesti eivätkä ne olisi voineet kasvaa toisistaan riippumatta. Monet muutkin syyt tukevat päätelmää, että nykyiset tietokonepelit eivät ole tarpeeksi eriteltyjä, vaan menneiden tapahtumien karkeita yksinkertaistuksia. Siitä huolimatta näiden pelien voidaan nähdä seuraavan sosiaalisen evoluution sääntöjä: uuden teknologian kehittäminen vaatii resursseja ja aiempaa kehitystä, ihmiset ja heidän asuinsijansa tarvitsevat tilaa ja joutuvat kilpailemaan muiden ryhmien kanssa.⁵

Weber ehdottaa näiden pelien monipuolistamista niin, että niillä voitaisiin kunnolla kuvata historian prosesseja. Niistä tulisi ”historian mikroskooppi”, joka heijastaa menneisyyden tapahtumia ja mahdollistaa niiden tutkimisen mallin sisällä ja ”yhteenvetona tulevien tietokonesimulaatioiden soveltamisesta historiantutkimuksessa, tämä tarkoittaisi, että saisimme aikakoneen, jolla voisimme suoraan tarkastella historian kulkua”.⁶ Monet mallien tekijät ovat yhtä innoissaan kuin Weber:

Agenttiperustaisella mallintamisella voimme ajaa keinotekoisien yhteiskunnan keinotekoisien historioiden läpi. Sen jälkeen valitsemme ajot, jotka parhaiten vastaavat todellisen historian tapahtumia. Kun tarkastelemme parhaiden kokeiden asetuksia ja jos malli on ollut huolellisesti suunniteltu ja perusteltu, opimme jotain uutta alkuperäisestä yhteiskunnasta.⁷

5 Kee ym. 2009; O’Neil ja Sattenspiel 2010; Preiser-Kapeller [i.v.].

6 Weber 1999, 96.

7 Graham 2005, 2.

He ehdottavat, että mallinnettaisiin ”virtuaalinen esihistoria”,⁸ joka mahdollistaisi ”nauhan kelaamisen” useita kertoja.⁹ Joidenkin mielestä simulaatiot antavat lopultakin todennettavia tulkintoja epävarmojen väitteiden merkityksestä ja ne auttavat katkaisemaan teoreettisten väitteiden ja vastaväitteiden kierteen.¹⁰ Tällaiset mielipiteet on helppo tulkita niin, että havaintomme menneisyydestä olisivat objektiivisia eivätkä jälkikäteen rakennettuja: ”oikeaa” historiaa, ei ”keinotekoista”. Kaikki edellä siteeratut tutkijat kuitenkin esittävät tuloksensa hyvin eritellysti ja itsekritiittisesti. Rohkeista lupauksista huolimatta useimpien projektien painopisteenä on ollut pikemminkin historian kulkua selittävien hyvin spesifisten valikoituneiden teorioiden tutkiminen.

Laskennalliset metodit ja kontrafaktuaalinen ajattelu historiassa

Ennustuksia tulevaisuudesta ei tietenkään voi vahvistaa oikeiksi ennen kuin niissä kuvatut tapahtumat toteutuvat. Historiantutkimuksessa taas täytyy ottaa huomioon retrospektiivisen determinismin ongelma. Syyskuun 11. päivän terrori-iskujen raportin kirjoittajat löysivät osuvan metaforan tämän ongelman kuvaamiseen:

Näihin tapahtumiin johtanut polku on niin kirkkaasti valaistu, että kaikki muu jää varjoon.¹¹

Jotta historiantutkijat voivat täysin ymmärtää yksittäisten faktojen ja niiden syy-yhteyksien merkityksen, heidän täytyy kiinnittää huomiota ”kirkkaasti valaistun” lisäksi myös varjoihin.

Toisten kiivaasti puolustamaa ja toisten vastustamaa kontrafaktuaalista ajattelua on tähän mennessä käytetty vain vähäisessä määrin, vaikka sillä on näkyviä kannattajia kuten Niall Ferguson, Thomas Carlyle

8 Kohler ym. 2005, 78.

9 Lainattu: Newman 2006, 11.

10 Newman 2006, 3.

11 Lainattu: Tetlock ym. 2006, 3.

ja Winston Churchill.¹² Tetlock, Lebow ja Parker ovat sitä mieltä, että kaikki historiallinen päättely vaatii kontrafaktuaalista ajattelua: esimerkiksi jos pidämme tapahtumaa A merkittävänä historian kulun kannalta, olemme varmasti pohtineet miten olisi käynyt, jos A:ta ei olisi tapahtunut.¹³ Näin ollen historiaa ei voi analysoida ilman vähintäänkin epäsuoraa kontrafaktuaalista ajatuskoetta, joka kyseenalaistaa ja arvioi aiempia tulkintoja.¹⁴ Kontrafaktuaalisen historian puolustajien mukaan sen avulla voidaan järjestelmällisesti ja avoimesti tarkastella näennäisen ”kirkkaasti valaistuja polkuja” eli kritiikittömästi hyväksytyjä totuuksia. Sekä kontrafaktuaalinen ajattelu että simulaatiot pyrkivät terävöittämään ja kyseenalaistamaan itsestään selvinä pidettyjä tulkintoja syysuhteista.

Aion osoittaa, että laskennalliset metodit, kuten agenttiperustainen mallintaminen, soveltuvat erityisen hyvin valottamaan asioita, jotka olisivat voineet tapahtua mutta eivät kuitenkaan tapahtuneet. Tapaustutkimuksissa luonnollisen kielen käsittelyssä (NLP, *natural language processing*) on löydetty tapauksia, jolloin lakko olisi voinut alkaa.¹⁵ Sosiaalisten verkostojen analyysistä johdettujen metodien avulla on tunnistettu yksilöitä, jotka pidättäytyivät auttamasta juutalaisia pakolaisia holokaustissa, vaikka olivat läheisesti kytköksissä muihin auttajiiin.¹⁶ Laskennallisten metodien käyttöä historian tutkimisessa ei ole vielä tutkittu tarpeeksi, ja siksi niiden tulokset ovat vielä tässä vaiheessa epävarmoja. Agenttiperustaisilla malleilla on kuitenkin paljon tarjottavanaan.

Historiallisten tapahtumien agenttiperustainen mallintaminen

Koska suurin osa agenttiperustaisista malleista ei ole historiantutkijoiden käsialaa, vaan niitä ovat rakentaneet lähinnä tietojenkäsittelytieteen, antropologian ja epidemiologian asiantuntijat, olen ottanut lähtökohdaksi hyvin laajan määritelmän termeistä ”historiallinen” ja ”arkeologi-

12 Tetlock ja Parker 2006, 14; viimeisimpänä Graham 2009.

13 Ks. myös Mey ja Weber 2003.

14 Tetlock ym. 2006, 25.

15 Van den Hoven ym. 2010.

16 Düring 2012, 2016.

nen” ja tarkastelen mitä tahansa malleja, joissa löydöksiä verrataan tietyn menneisyyden tapahtuman lopputilanteeseen.¹⁷

Kuten edellä mainitut tietokonepelit, myös historian prosessien agenttiperustaiset mallit ovat keskittyneet maanviljelykseen, talouteen, kaupunkeihin ja sotilaalliseen toimintaan. Koska useimmat mallien tekijät eivät olleet historian vaan muiden tieteenalojen asiantuntijoita, jotka vain käyttivät historiallista materiaalia tutkimuksiinsa, heidän esittämänsä kysymykset ja saamansa vastaukset eivät täysin vastaa samaan ajanjaksoon keskittyvien historian tutkijoiden kysymyksiä. Silti näistä malleista saadut vastaukset voivat olla tärkeitä historian prosessien tulokinnassa – aivan kuten historiaa täydentävien tieteenalojen, esimerkiksi numismatiikan tai demografian, panos.

Toisin kuin yhteiskunta- ja luonnontieteissä, historia-aloilla prosesseja kuvaavien agenttiperustaisten mallien soveltaminen on melko harvinaista. Malleja käytetään eniten arkeologian ja esihistorian tutkimuksessa, ehkä siksi, että nämä alat ovat perinteisesti olleet läheisesti yhteydessä luonnontieteisiin. Myöhempiä tapahtumia keskiajalta eteenpäin on tutkittu vähemmän. Tätä artikkelia varten päätin hakea tasapainoa arkeologian, muinais- ja nykyhistorian välillä ja pyrin tarkastelemaan monipuoliseen materiaaliin pohjautuvia malleja.

Artikkeliin valitsemani tapaustutkimukset kattavat eripituisia ajanjaksoja: muutama tunti (Trafalgarin taistelu), pari vuotta (influenssatautunnat Manitobassa) ja 700 vuotta (anasazi-intiaanien asumukset). Myös tutkimusten perustana oleva materiaali on heterogeenistä. Lähteiden joukossa on laivojen lokikirjoja ja muita lähteitä Napoleonin sodista, virallisia tilastoja kuolleista, turkiskauppiaiden muistiinpanoja sekä analyyseja puiden vuosirenkaista ja historiallista klimatologiaa. Sopivia tapaustutkimuksia on tietysti muitakin.¹⁸

Monissa tapaustutkimuksissa on erittäin hyviä yhteisiä lähteitä muiden samankaltaisten tutkimusten kanssa. Niissä pyritään ottamaan

17 Jatkuvasti päivittyvä lähdeluettelo kirjoittajan kotisivulla, ks. Düring, Marten: henkilökohtaiset [www-sivut](http://www.marten-duering.com).

18 Doran 2005; Kowarik ym. 2009; Malerba ym. 2001; Murgatroyd ym. 2012; Sattenspiel ja Lloyd 2009.

huomioon kaikki saatavilla oleva tieto ja yhdistämään faktoja muista tapauksista. Silti jotkin tärkeät muuttujat perustuvat vain oletuksiin, joiden olemus ja seuraukset olisi voitu selittää tarkemmin. Kolmen tapaus-tutkimuksen käsittelyssä en keskity mallien tekniseen toteutukseen, vaan seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Mihin kysymykseen malli pyrkii vastaamaan? Miksi kysymystä ei voi selvittää ”perinteisin” metodein?
- 2) Millä tavoin hajanaisia lähteitä on käytetty mallin rakentamiseen?
- 3) Kuinka hyvin malli ottaa huomioon historian kulun erityispiirteet kuten odottamattomat tapahtumat?
- 4) Mitä tutkijat sanovat oppineensa mallistaan?

Yhdessäkään mallissa ei otettu huomioon yksilön toimia, vaan ne perustuivat ryhmien väliseen vuorovaikutukseen. Tähän saattaa olla syynä mallin yksinkertaistaminen tai käytettyjen lähteiden sirpaleisuus. Joka tapauksessa tämä suuntaa tutkimuksia kohti rakenteellisia selityksiä. Tietääkseni tähän mennessä ei ole kehitetty historiallisia malleja, jotka ottaisivat huomioon sekä kollektiivisen että yksilöllisen poikkeavan toiminnan. Yhteenvetona voidaan siis sanoa, että tähän asti tutkijat ovat käyttäneet simulaatioita välineenä, jolla voi poissulkea kilpailevia selityksiä.

Tapaustutkimukset

Anasazi-intiaanien katoaminen

Muinaiseen pueblo-kulttuuriin kuuluneet anasazit asuivat Pohjois-Amerikan lounaisosissa, mutta katosivat äkillisesti noin vuoteen 1280 mennessä. Katoamisen syy on ollut arvoitus. Arkeologien, paleoklimatologien, maataloustieteilijöiden, hydrologien ja muiden alojen tutkijoiden muodostamat ryhmät ovat keränneet tietoa maanviljelyksen olosuhteista alueella. Kohler työryhmineen on suunnitellut useita tietokonemalleja anasazi-populaatioista ja niiden asuttamista alueista. Heidän mallinsa viimeisimmässä versiossa on otettu huomioon sade- ja pohjaveden saatavuus, arvioitu satoisuus ja kulutus, maaperän laatu, asutusalueiden

jäänteet ja pueblojen jälkeläisten nykyiset kulttuuritavat. Mallissa agentit tuottavat ja kuluttavat satoa, muuttavat ympäri maata, perustavat perheitä ja kuolevat. Heidän jälkeläisensä lähtevät kotoa, perustavat uusia perheitä ja jatkavat maan viljelemistä.¹⁹

Malli perustui hypoteesiin, että populaatio lähti alueelta ilmaston muuttumisen vuoksi. Saatavilla ei ole kuitenkaan muita primäärilähteitä kuin rakennusten jäänteet. Vaikka edellytykset maanviljelylle olivat heikot, tutkijat ovat päättelleet, että alueen 700 asukkaasta vähintään 400 olisi voinut selviytyä ja oli aiemmin täytynyt selviytyäkin samankaltaisissa olosuhteissa. Tämä kumoo aiemman hypoteesin ainakin osittain:

Simulaatiomme eivät ole tarpeeksi kehittyneitä määrittämään tarkkaa yhdistelmää syistä, jotka johtivat ajoittaisiin populaatiokeskittymiin Mesa Verden alueella sekä joukkolähtöön, joka alkoi vuoteen 1260 mennessä ja päättyi pian vuoden 1280 jälkeen. Tietokonemallit kuitenkin osoittavat selvästi, että alueella (ja oletettavasti pohjoisempanakin) asuneet ihmiset kohtasivat monia ongelmia 1200-luvulla. Ajan kuluessa vaikeudet todennäköisesti kasautuivat: esimerkiksi metsien kaataminen vähensi riistaeläinten ja joidenkin tärkeiden ruoka-aineiden, kuten mähynsiementen, määrää. Tämä johti suurempaan riippuvuuteen maissista ja sen vaihtamisesta sekä kesytetystä kalkkunasta, jota voitiin ruokkia maissilla. Jos maissin vaihdanta, mahdollisesti juhlien yhteydessä, oli myös tärkeä osa sosiaalista kanssakäymistä, olivat sekä toimeentulo että yhteiskunta erittäin riippuvaisia sadon onnistumisesta.

Tutkijoiden mukaan Mesa Verden laakson elinolosuhteiden heikentyminen johtui osittain siellä asuneiden ihmisten toimista.²⁰ Simulaatiot olivat yksi tutkimuskeino muiden joukossa ja niiden tulokset vastasivat hyvin muiden tutkimusten tuloksia.²¹ Vaikka saatavilla olevista raporteista ei aina selviä millä metodilla mikäkin tulos on saatu, vaikuttaa siltä, että nimenomaan simulaatiot tukevat oletusta ihmisen aiheuttamasta

19 Diamond 2002.

20 Kohler ym. 2005.

21 Viimeisimpänä Kohler ja Varien 2012.

luonnonvarojen vähenemisestä. Kohler ryhmineen kehitti mallia usean vuoden ajan, paranteli sitä jatkuvasti ja tulkitsi sen tuloksia aiempien todisteiden valossa varmistuakseen sen pätevydestä.

Trafalgarin taistelu

Lokakuun 21. päivänä 1805 Britannian laivaston amiraali Horatio Nelson lähti taisteluun Ranskan ja Espanjan laivastoa vastaan Espanjan lounaisrannikolla. Nelsonin komennossa oli 27 laivaa, kun taas vihollisaluksia oli yhteensä 33. Ylivoimasta huolimatta ranskalaiset menettivät 22 laivaa, brittilaivasto ei yhtään. Yleisesti uskotaan, että Nelsonin voitto johtui hänen epätavallisesta strategiastaan: hän ei järjestänyt laivoja tavalliseen tapaan yhteen rivistöön vierekkäin vaan peräkkäin kahteen vanavesijonoon, jotka hyökkäsivät kohtisuoraan vihollisen kimppuun. F. W. Lanchester kehitti joukon differentiaaliyhtälöitä osoittaakseen tämän olevan totta. Lanchesterin mukaan Nelsonin pyrkimyksenä oli hajottaa vihollisrivistö pienempiin osiin.

Giuseppe Trautteur ja Raniero Virgilio tahtoivat testata tämän väittämän. Heidän mallinsa pyrkii vastaamaan kysymykseen siitä, oliko Nelsonin menestys hänen taktiikkansa ansiota vai olisiko hänen laivastonsa parempi tulivoima riittänyt varmistamaan voiton. Trautteur ja Virgilio ottivat mallissaan kunkin laivan kohdalta huomioon paikalliset tuuliolosuhteet, nopeuden, tulivoiman (ottaen huomioon lähi-, keskipitkän- ja pitkän kantaman laukausten aiheuttamat tuhot) ja kolme perusstatusta: hyökkäys, vetäytyminen ja uppoaminen. Tutkijat pystyivät olemaan melko varmoja, että tiedot tuuliolosuhteista, alusten ominaisuuksista ja molempien komentajien strategioista pitivät paikkansa. Kaiken kaikkiaan muuttujia oli vähän ja ulkopuoliset tekijät voitiin uskottavasti sulkea pois. Koska kyseessä oli sotatoimi, voidaan myös olettaa, että kaikki laivat noudattivat saamiaan käskyjä eivätkä keksineet poikkeavia strategioita.

Historian olosuhteet jäljentämällä tutkijat osoittivat, että Nelsonin laivasto olisi voittanut ja kärsinyt hyvin pienet tappiot. He ovat eri mieltä kuin Lanchester, jonka näkemyksen mukaan taistelu olisi hävitty ilman poikkeuksellista strategiaa. Sen sijaan he argumentoivat:

...kontrafaktuaaliset simulaatiomme osoittavat, että Englannin voitto toteutuu aina, elleivät ympäristön tekijät (tuulen nopeus ja suunta) ja vihollisen yleisstrategia muutu merkittävästi, mikä saa meidät pitämään Britannian laivaston voittoa käytännössä väistämättömänä.²²

Nelsonin voitto voidaan siis selittää yksinomaan hänen alustensa paremmalla tulivoimalla. Hänen taktiikkansa kuitenkin säästi britti-laivaston suuremmilta tappioilta. Se sai

ranskalais-espanjalaisen rivistön ensimmäiset laivat käytännössä taistelun ulkopuolelle pitkäksi aikaa, mikä minimoi riskin, että englantilaiset menettäisivät laivoja tai miehiä.²³

Jos mallin parametrit todellakin kuvaavat riittävän luotettavasti historiallisen merisodankäynnin muuttujia, se heikentää Lanchesterin teoriaa. Lisäksi hypoteesi, että Britannian laivaston ylivoimainen aseistus antoi sille vahvan etulyöntiaseman jo alun alkaenkin, merkitsee, että Nelsonin taktiikka auttoi vain pitämään miehistömenetykset pieninä, ei voittamaan koko taistelua. Malli osoitti Lanchesterin hypoteesin vääräksi, auttoi Nelsonin strategian uudelleen arvioinnissa ja viitatessaan tulivoiman epäsuhtaan antoi todisteita uuden selityksen pohjaksi.

Influenssa Manitobassa

Vuosien 1918 ja 1919 influenssaepidemian tuhoisat seuraukset on dokumentoitu tarkasti. Miljoonat ihmiset ympäri maailman kuolivat tartuntaan. Tämä viimeinen tapaustutkimus on mikrohistoriallinen analyysi epidemian vaikutuksista Manitoban syrjäisellä alueella. Mallissa rekonstruoidaan kolmen turkiskauppakylän vuorovaikutussuhteet. Yhdessä kylistä, Norway Housessa, puhkesi influenssa ja 18 prosenttia sen asukkaista kuoli. Kahdessa muussa kylässä, God's Lakessa ja Oxford

22 Troitzsch 2005.

23 Trautteur ja Virgilio 2003.

Housessa, ei ollut yhtään kuolemantapausta, vaikka näiden kolmen kylän välillä matkustettiin paljon.²⁴ Kuinka tämä oli mahdollista?

Tämä malli on kehitetty kahden aiemman mallintamisyrityksen pohjalta. Kunkin kauppa-aseman ympärillä oli metsästysalueet ja metsästäjien leirejä, joissa he asuivat talvet perheineen. Historiallisten lähteiden mukaan influenssan toi alueelle yksittäinen postinkantaja. Hudson Bay Company -kauppakomppanian kirjanpidosta voidaan rekonstruoida asemien välinen liikenne. Kuolleisuus ja sairastuneiden toipumisajat saatiin muista kanadalaisista tilastoista ja lääketieteellisistä havainnoista.²⁵ Lähteistä saatiin myös agenttien määrä, ikä ja sukupuoli.

Mallin agentit ”liikkuvat sattumanvaraisesti kotialueellaan ja – matkustavat muille alueille tiettyjen liikkuvuussääntöjen ja oletusten mukaan”.²⁶ Mallin analyysi tuotti erilaisia tuloksia ja johti joidenkin aiempien mallien antamien tulosten hylkäämiseen. Kaiken kaikkiaan tutkijat päätyivät seuraaviin lopputuloksiin:

Kauppa-asemien välillä matkustaminen oli satunnaista ja matka kesti päiviä. Koska influenssan tartunta-aika on suhteellisen lyhyt, ne sairastuneet matkalaiset Norway Housesta, jotka pääsivät hengissä Oxford Houseen tai God’s Lakeen asti, eivät enää tartuttaneet muita.²⁷

Tutkijat kertovat tahtovansa kehittää mallia edelleen. He ovat kuitenkin jo tähän mennessä antaneet vakuuttavan vastauksen kysymykseen, jota ei olisi voitu ratkaista ilman heidän laskennallista malliaan.

Loppupäätelmät

Agenttiperustaiset mallit tarjoavat mahdollisuuden formalisoida menneiden tapahtumaketjujen kausaliteettia koskevaa pohdintaa ja uudelleenarvioida kriittisesti sen taustalla olevat oletukset tavalla, joka on aiemmin

24 O’Neil ja Sattenspiel 2010, 759f.

25 O’Neil ja Sattenspiel 2010, 759.

26 O’Neil ja Sattenspiel 2010, 760.

27 O’Neil ja Sattenspiel 2010, 764.

rajoittunut vain ajatuskokeisiin. Shawn Grahamin sanoin: ”Jos malli selkeästi heijastaa käsitystäni historian prosessista X, nämä ovat käsityksen luonnolliset seuraukset”.²⁸ Koska malleja historian tapahtumista on vähän ja malleja, joiden tulokset ovat uskottavia, on vielä vähemmän, on vaikeaa koota rajattua listaa historia-alojen mallien tärkeimmistä ominaisuuksista. Alan tutkimus on epäilemättä vielä lapsenkengissä eikä kovin kehittynyttä. Siitä huolimatta vertaamalla valmiiden mallien lähestymistapoja ja integroimalla kokemuksia muiden alojen malleista voidaan luonnostella nykyaikaisen historian mallin ominaisuudet:

- 1) pieni määrä kausaalisia tekijöitä
- 2) hyvin muotoiltu valmis hypoteesi, jota voidaan testata
- 3) vakaat, uusittavissa olevat puitteet ympäristölle ja agenteille
- 4) yksityiskohtaista tietoa historiallisesta tapaustutkimuksesta (mitä enemmän, sen parempi).

Erityisesti sotilasoperaatioiden mallintaminen vaikuttaa lupaavalta. Esimerkiksi Trafalgarin taistelun ja Bysantin armeijan marssin (ei käsitelty tässä artikkelissa, katso Graham 2005) kaltaisissa tapauksissa on vaihtoehtoisten selitysten kumoamisen lisäksi saatu hyviä tuloksia.

Suurin osa tutkimieni mallien rakentajista sekä eräät muut kuten Joshua Epstein korostavat, että tärkein mallintamisen kautta saatu oppi tulee yleensä mallien rakennusprosessin aikana. Tietokoneohjelmien joustamattomuus, tarve tiivistää olennainen agenttien vuorovaikutuksesta ja tarve yksinkertaistaa mallia mahdollisimman paljon ovat osoittautuneet hyvin antoisiksi metodeiksi.

Tätä mieltä saattavat olla erityisesti historiantutkijat, jotka ovat tottuneet keskittymään tapahtumien yksityiskohtiin eivätkä toistuviin kaavoihin. Tässä kieltämättä on minkä tahansa mallin suurin haaste: kuinka pitkälle historian tapahtumia voi pelkistää sääntöjä noudattavaksi käyttäytymiseksi? Kuinka tärkeitä odottamattomat yksittäistapaukset ovat uskottavien selitysten saamiseksi? Kaikissa analysoimissani tapauksissa oli luotu vakaa ympäristö, jossa käyttäytymisen säännöt

28 Graham 2009.

vaihtelivat ennalta määritellyillä tavoilla, ja ponnisteltiin kovasti, jotta ne vastaisivat tapahtumien ennalta tiedettyä lopputulosta.

Artikkelissaan *Why Model?* Epstein esittää 16 syytä mallintamiselle. Kaikki niistä ovat sovellettavissa joissain tapauksissa, mutta kaksi soveltuu erityisesti historiantutkimukseen:²⁹

- 1) Haastaa vallitsevan teorian pitävyyden lisäämällä häiriötekijöitä
- 2) Paljastaa ristiriitaisuudet vallitsevan tulkinnan ja lähteiden välillä.³⁰

Kaikissa tapaustutkimuksissa malleja käytettiin juuri näin: anasazi-tapausten tutkijaryhmä haastoi onnistuneesti selityksen, että yhteisön lähtö johtui ainoastaan ilmaston muuttumisesta; tietoja Trafalgarin taistelusta käytettiin amiraali Nelsonin strategian aiempien arvioiden tarkentamiseen; turkiskauppa-asemat, jotka säästyivät influenssalta, säästyivät syrjäisen sijaintinsa ja talven aiheuttaman matka-aikojen pidentymisen, ei ainoastaan hyvän onnen, ansiosta. Kaikissa tutkimuksissa tarkasteltiin valmiita selityksiä historian tapahtumille ja käytettiin lähteisiin perustuvia malleja niiden haastamiseen, ja jotkut jopa päätyivät vaihtoehtoiseen selitykseen. Nämä eivät tosin koskaan voi toimia tyhjentävinä selityksinä. Ne voivat kuitenkin tarjota lisätietoa tutkimusaiheesta ja siten auttaa tulkinnoissa.³¹

Vaikka kaikissa edellämainituissa tutkimuksissa yritettiin hyödyntää lähteitä, niissä on jouduttu luottamaan valistuneisiin arvauksiin mallien kalibroinnissa. Nämä arvaukset eivät välttämättä ole parempia kuin muut epäsuorat tulkinnat, mutta niissä on mallin suunnittelijan kannalta se etu, että ne voidaan selkeästi erottaa lähteisiin perustuvista asetuksista. Ne ovat helposti muunneltavissa³² ja historiallisten narratiivien tulkinnassa ne myös auttavat tekemään eron lähteiden, niiden tulkintojen ja väistämättömien retrospektiivisten oletusten välille.

29 Myös Weber toteaa, että malleja historia-aloilla ei todennäköisesti käytetä uusien selitysten löytämiseen vaan vanhojen oletusten kyseenalaistamiseen ja epäuskottavien poissulkemiseen (Trautteur ja Virgilio 2003, 116).

30 Epstein 2008.

31 Weber 1999, 116.

32 Ks. myös Epstein 2008; Graham 2005.

Monet historialliset agenttiperustaiset mallit tutkivat ihmisten toimia sosiaalisen, kulttuurisen ja poliittisen kentän ulkopuolelta. Tämä todennäköisesti johtuu ihmisen käyttäytymisen epäjohtonmukaisuudesta verrattuna infektioihin, tykkituleen tai ilmaston muuttumiseen. Arviossaan teoksesta *Simulating Change: Archaeology into the Twenty-First Century*³³ arkeologi Jim Doran nimeää ongelman, joka vaikutti tähän asti alalla tehtyjen mallien toimimattomuuteen:

Tulevaisuudessa edessä on vielä ongelma, joka jää liian usein huomiotta. Omaleimaiset yhteiskunnalliset rakenteet ja prosessit saavat alkunsa omaleimaisesta ihmisen kognitiosta. Mutta emme vielä osaa mallintaa ihmisen kognitiota tietokoneelle muuten kuin suhteellisen pinnallisesti ja yksioikoisesti. Siksi emme voi vielä tehdä kokeita todella merkittävillä malleilla: sellaisilla, jotka esittävät muutakin kuin rutiininomaista kognitiivista käyttäytymistä. Arkeologia on tämän haasteen edessä siinä missä muutkin yhteiskuntatieteet. Kehitys keinoälytekniikassa ja kognitiotieteiden mallintamisessa voi auttaa.³⁴

Historian mallintaminen on ollut ja on jatkossakin haastavaa lähteiden vähyyden sekä tieteenalan luonteen ja tutkimuskohteiden vuoksi. Tapaustutkimukset, kuten tässä artikkelissa esitellyt kolme tapausta kuitenkin osoittavat, että mallit kehittyvät ja että joissain olosuhteissa simulaatiot voivat tuottaa parempia tuloksia kuin pelkkä perinteinen lähteiden tulkinta.

Lähteet

Anreiter, Peter (toim): *Mining in European history: Special conference of the SFB HiMAT: Historical Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas: Impact on Environment and Human Societies: Conference Guide*, Innsbruck, November 12–November 15, 2009. University Press, Innsbruck 2009.

33 Costopoulos ja Lake 2010.

34 Doran 2005.

- Carpenter, Connie; Sattenspiel, Lisa: The design and use of an agent-based model to simulate the 1918 influenza epidemic at Norway House, Manitoba. *American Journal of Human Biology* 21(3) 2009, 290–300.
- Costopoulos, Andre; Lake, Mark: *Simulating Change: Archaeology into the Twenty-first Century*. University of Utah Press, Salt Lake City 2010.
- Dean, Jeffrey et al.: Understanding Anasazi culture change through agent-based modeling. Teoksessa *Dynamics of Human and Primate Societies: Agent-Based Modeling of Social and Spatial Processes*. Toim. Timothy A. Kohler ja George J. Gumerman. Oxford University Press, New York 1999.
- Diamond, Jared: Life with the artificial Anasazi. *Nature* 3(419) 2002, 567–569.
- Doran, Jim: Iruba: an agent-based model of the guerrilla war process. Teoksessa *Representing Social Reality: Pre-proceedings of the Third Conference of the European Social Simulation Association (ESSA), Koblenz, Sept 5–9, 2005*. Toim. Klaus Troitzsch. Verlag Dietmar Foelbach, Koblenz 2005, 198–205. Löytyy osoitteesta <<http://cswww.sx.ac.uk/staff/doran/34.PDF>>.
- Doran, Jim: Review of simulating change: archaeology into the twenty-first century (Foundations of Archaeological Inquiry). *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 14(4) 2011. <jasss.soc.surrey.ac.uk/14/4/reviews/2.html>. 5.2.2012.
- Düring, Marten: How reliable are centrality and clustering measures for data collected from fragmentary and heterogeneous historical sources? A case study. Teoksessa *The Connected Past: People, Networks and Complexity in Archaeology and History*. Toim. Tom Brughmans, Anna Collar and Fiona Coward. Oxford University Press, Oxford 2016.
- Düring, Marten: henkilökohtaiset www-sivut. <<http://martenduering.com>>. 17.10.2012.
- Epstein, Joshua M.: Why model? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 11(4) 2008. <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/4/12.html>>. 5.2.2012.
- Graham, Shawn: Agent-based modeling, archaeology and social organisation: The robustness of Rome. *Archaeological Computing Newsletter* 63, 2005, 1–6.
- Graham, Shawn: Behaviour space: simulating Roman social life and civil violence. *Digital Studies/Le champ numérique* 1(2) 2009. <http://digitalstudies.org/ojs/index.php/digital_studies/article/view/172/214>. 5.2.2012.
- Ierodiakonou, Katerina; Roux, Sophie: *Thought Experiments in Methodological and Historical Contexts*. Brill, Leiden 2011.
- Janssen, Marco: Understanding Artificial Anasazi. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 12(4) 2009. <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/4/13.html>>. 5.2.2012.

- Kee, Kevin; Graham, Shawn; Dunae, Pat; Lutz, John; Large, Andrew; Blondeau, Michel; Clare, Mike: Towards a theory of good history through gaming. *Canadian Historical Review* 90(2) 2009, 303–326. DOI:10.3138/chr.90.2.303.
- Kohler, Timothy A.; Gumerman, George J. (toim.): *Dynamics of Human and Primate Societies: Agent-Based Modeling of Social and Spatial Processes*. Oxford University Press, New York 1999.
- Kohler, Timothy A.; Gumerman, George J.; Reynolds, Robert G.: Simulating ancient societies. *Scientific American* 1.7.2005. <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=simulating-ancient-societ>>.
- Kohler, Timothy A.; Varien, Mark D.: *Emergence and Collapse of Early Villages: Models of Central Mesa Verde Archaeology*. University of California Press, Berkeley 2012.
- Kowarik, Kerstin; Reschreiter, Hans; Wurzer, Gabriel: Modeling the Bronze Age salt mines of Hallstatt. Teoksessa *Mining in European history: Special conference of the SFB HiMAT: Historical Mining Activities in the Tyrol and Adjacent Areas: Impact on Environment and Human Societies: Conference Guide, Innsbruck, November 12–November 15, 2009*. Toim. Peter Anreiter. University Press, Innsbruck 2009, 44–53.
- Lorenz, Chris: *Konstruktion der Vergangenheit: Eine Einführung in die Geschichtstheorie*. Böhlau, Köln 1997.
- Malerba, Franco; Nelson, Richard; Orsenigo, Luigi; Winter, Sidney: History-friendly models: an overview of the case of the computer industry. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 4(3) 2001. <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/4/3/6.html>>. 5.2.2012.
- Mey, Tim de; Weber, Erik: Explanation and thought experiments in history. *History and Theory* 42(1) 2003, 28–38.
- Murgatroyd, Philip; Craenen, Bart; Theodoropoulos, Georgios; Gaffney, Vincent; Haldon, John: Modelling medieval military logistics: an agent-based simulation of a Byzantine army on the march. *Computational and Mathematical Organization Theory* 18(4) 2012, 488–506.
- Newman, Christopher: The Kentucky Dark Patch Knight Riders' Rebellion. *The New England Journal of Political Science* 1(2) 2006, 3–28. <www.northeastern.edu/nepsa/journal/archives/the_new_england/>.
- O'Neil, Caroline A.; Sattenspiel, Lisa: Agent-based modeling of the spread of the 1918–1919 flu in three Canadian fur trading communities. *American Journal of Human Biology* 22(6) 2010, 757–767. DOI:10.1002/ajhb.21077.

- Play the Past*. www-sivusto, <www.playthepast.com>. 10.1.2012.
- Preiser-Kapeller, Johannes: Working paper 'Historical Dynamics of Byzantium'.
Julkaisematon käsikirjoitus. <http://www.oeaw.ac.at/byzanz/repository/Preiser_WorkingPapers_Calculating_I.pdf>.
- Ritterfeld, Ute; Cody, Michael; Vorderer, Peter: *Serious Games: Mechanisms and Effects*. Routledge, New York 2009.
- Sattenspiel, Lisa; Lloyd, Alun: *The Geographic Spread of Infectious Diseases: Models and Applications*. Princeton University Press, Princeton 2009.
- SimulPast. Simulating the past to understand human behaviour*. www-sivusto.
<<http://www.simulpast.es/>>. 5.2.2012.
- Tetlock, Philip E.; Lebow, Richard N.; Parker, Geoffrey (toim.): *Unmaking the West: "What-If" Scenarios That Rewrite World History*. University of Michigan Press, Ann Arbor 2006.
- Tetlock, Philip E.; Parker, Geoffrey: Counterfactual thought experiments: why we can't live without them and how we must learn to live with them. Teoksessa *Unmaking the West: "What-If" Scenarios That Rewrite World History*. Toim. Philip E. Tetlock, Richard N. Lebow ja Geoffrey Parker. University of Michigan Press, Ann Arbor 2006, 14–46.
- Troitzsch, Klaus (toim): *Representing Social Reality: Pre-proceedings of the Third Conference of the European Social Simulation Association (ESSA), Koblenz, Sept 5–9, 2005*. Verlag Dietmar Foelbach, Koblenz 2005.
- Trautteur, G.; Virgilio R.: An agent-based computational model for the battle of Trafalgar: a comparison between analytical and simulative methods of research. Teoksessa *WET ICE 2003: Proceedings*. IEEE, Piscataway NJ 2003, 377–382. <<http://www.computer.org/portal/web/csdl/abs/proceedings/wetice/2003/1963/00/19630377abs.htm>>.
- Turchin, Peter: *Historical Dynamics: Why States Rise and Fall*. Princeton University Press, Princeton 2003.
- Van den Hoven, M.; van den Bosch, A.; Zervanou, K.: Beyond reported history: strikes that never happened. Teoksessa *Proceedings of the First International AMICUS Workshop on Automated Motif Discovery in Cultural Heritage and Scientific Communication Texts*. Toim. S. Daranyi ja P. Lendvai. Wien 2010, 20–28.
- Weber, Karsten: *Simulation und Erklärung: Kognitionswissenschaft und KI-Forschung in wissenschaftstheoretischer Perspektive*. Waxmann, Münster 1999.
- Weber, Karsten: Erklärung historischer Abläufe mit Computersimulationen. *Historical Social Research / Historische Sozialforschung* 32(4) 2007, 94–121.