

DOUGLAS CARL ENGELBART

Antti Oulasvirta



Osa Stanfordin yliopiston Augmentation Research Centerin tutkimusryhmästä 1960-luvulla. Douglas Engelbart on kuvassa toinen oikealta.

Helsinki 11. huhtikuuta 2002
Tietojenkäsittelytieteen historia -seminaari
Tietojenkäsittelytieteen laitos
HELSINGIN YLIOPISTO

Douglas Carl Engelbart
Antti Oulasvirta

Tietojenkäsittelytieteen historia -seminaari
Tietojenkäsittelytieteen laitos
HELSINGIN YLIOPISTO
11.4.2002, 10 sivua

Tiivistelmä

Douglas Engelbart (1925–) on tietojenkäsittelyn pioneeri, joka 1960-luvulla toteutti tutkimusryhmineen Stanfordissa tietokonejärjestelmän, jonka päämääränä oli täydentää käyttäjän intellektiä. Hajautettuun asiakas–palvelin-arkkitehtuuriin perustuvaan järjestelmään kuului mm. ensimmäinen implementaatio hypertekstijärjestelmästä, hiiri, monipuolinen tekstinkäsittelyohjelma, sähköposti, videoneuvottelu, ryhmän kesken jaetut työpöydät, ikkunointijärjestelmä, dokumenttien versionhallinta, käyttäjän modifioitavissa oleva käyttöliittymä sekä kontekstisensitiiviset opasteet. Engelbartin työ unohtui noin kymmeneksi vuodeksi, jonka jälkeen osa ajatuksista toteutettiin Xerox PARC:ssä ja Applella ensimmäisissä graafisiin käyttöliittymiin perustuvissa kaupallisissa tietokoneissa. Tässä kirjoituksessa tarkastellaan sitä, miten ja miksi Engelbartin visio sai alkunsa – ja mikä sen historiallinen vaikutus oli.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	1
2 ENGELBARTIN VISIO SYNTYY	1
2.1 TOINEN MAAILMANSOTA.....	1
2.2 AUGMENTING HUMAN INTELLIGENCE -HANKE.....	2
2.3 AIKALAISVAIKUTTEET	3
3 SPUTNIKIN JÄLKEINEN AIKAKAUSI – NLS JA KAIKKIEN DEMOJEN ÄITI.....	4
3.1 oNLINE SYSTEM	5
3.3 KAIKKIEN DEMOJEN ÄITI.....	7
3.4 NETWORK INFORMATION CENTER	8
4 AURINKO LASKEE ARC:LLE	8
4.1 NLS MYYDÄÄN	8
4.2 NLS:N MERKITYS TIETOJENKÄSITTELYLLE	9
4.3 ENGELBART 1980- JA 90-LUVUILLA	10
5 YHTEENVETO	10
LÄHDEVIITTEET	11

LIITE

1 JOHDANTO

1940-luvulla parikymppinen Douglas Engelbart huomasi maailman monimutkaistuvan kovaa tahtia ja mitä luultavimmin asettavan ihmisen lopulta tilanteeseen, jossa valtavan informaatiomäärän hallinta vaatisi uudenlaisia apuvälineitä. Engelbartin tavoite oli kehittää interaktiivisia tietokonejärjestelmiä, jotka täydentäisivät ihmisten kykyjä ja ajattelua. Tämä ajatus oli hänen elämäntyötään jäsentävä punainen lanka, jonka toteutuminen vaati yli kahden vuosikymmenen ponnistelun. Ajatuksen syntyyn ja konkretisoitumiseen vaikuttaneita seikkoja olivat työskentely laivastossa tutkateknikkona, Vannevar Bushin artikkeli ”As We May Think”, kognitiivinen kumous 1950-luvulla, muutaman samanmielisen ihmisen korkea asema NASA:ssa ja ARPA:ssa sekä bootstrapping-työskentelytapa. Työ huipentui vuonna 1968 pidetyssä ACM/IEEE-CS Fall Joint Computer -konferenssissa pidetyssä demonstraatiossa, jossa Doug esitteli järjestelmänsä suuren yleisön hämmästykseksi. Hajautettuun asiakas–palvelin-arkkitehtuuriin perustuvaan järjestelmään kuului mm. ensimmäinen implementaatio hypertekstijärjestelmästä, hiiri, monipuolinen tekstinkäsittelyohjelma, sähköposti, videoneuvottelu, ryhmän kesken jaetut työpöydät, ikkunointijärjestelmä, dokumenttien versionhallinta, käyttäjän modifioitavissa oleva käyttöliittymä sekä kontekstisensitiiviset opasteet. Järjestelmä oli niin kumouksellinen silloisille tietojenkäsittelijöille, että osa paikallaolijoista piti työtä huijauksena. Kaupallinen sektori puolestaan ei nähnyt markkinapotentiaalia järjestelmälle, jota pidetään nykyään hypertekstin, CSCW:n, multimedian sekä graafisen käyttöliittymän pioneerityönä. Tietojenkäsittelijöiden keskuudessa Engelbartin nimi unohtuikin lähes kymmeneksi vuodeksi, tullen taas esille Xeroxin kehittäessä Alto ja Star tietokoneet – ensimmäiset kaupalliset tietokoneet, joissa oli graafinen käyttöliittymä ja hiiri. Engelbartin työn muut osat olivat kuitenkin niin monta vuotta edellä seuraajiaan, että hänen yli vuosikymmenen kestänyttä tutkimustyötä ei ymmärretty hyödyntää vaan moni asia jouduttiin keksimään uudelleen. Vähitellen 1990-luvulla Engelbart on saanut ansaitsemaansa tunnustusta tiedemaailmassa lukuisten palkintojen ja tunnustusten muodossa.

Tässä kirjoituksessa seurataan Engelbartin elämän tapahtumakulkuja kronologisessa järjestyksessä. Katsauksessa keskitytään erityisesti tapahtumiin ja ajatuksiin, jotka johtivat edellämainittujen keksintöjen syntyyn. Lisäksi pohditaan, kuinka Engelbartin keksinnöt ja työ vaikuttivat näkemyksiin tietojenkäsittelystä.

2 ENGELBARTIN VISIO SYNTYY

Vaikka tuntuisi kliseiseltä puhua unelmasta ihmiskunnan parhaimmaksi, Engelbartin kohdalla tämä on perusteltua: Haave paremmasta maailmasta käy systemaattisesti ilmi lähes kaikissa Engelbartia käsittelevissä kirjoituksissa, haastatteluissa jne. Läpi 1940- ja 50-lukujen hän yritti kärsivällisesti päästä työskentelemään unelmansa hyväksi, ja kun hän vihdoinkin sai siihen tilaisuuden, hän toteutti sen osoittaen niin suurta määrätietoisuutta ja kaukonäköisyyttä, joka on mahdollista vain, mikäli on pystynyt kypsyttämään ajatustaan vuosien ajan. Engelbartin unelman synty ajoitetaan vuoteen 1945 Filippiineille, mutta se konkretisoitui visioksi automatkalla töihin kuusi vuotta myöhemmin vuonna 1951. Seuraavassa käydään läpi miten unelma syntyi ja mitä se käsitti.

2.1 Toinen maailmansota

Douglas Engelbart syntyi vuonna 1925 Oregonissa pienellä maatilalla. Douglasin äiti oli skandinaavista sukua, isä saksalaista. Isä kuoli, kun Douglas oli vasta 9-vuotias. Lukion Douglas suoritti vuonna 1942, jonka jälkeen hän samana vuonna siirtyi Oregonin yliopistoon (Oregon State University) opiskelemaan sähkötekniikkaa. Sähkötekniikka kiinnosti, koska hän halusi oppia tutkan toiminnasta (RADio Detecting And Ranging, RADAR). Kiinnostus tutkaa kohtaan oli syntynyt jo lapsena Oregonissa pidetyssä armeijan teknologioiden esityksessä. Opinnot kuitenkin keskeytyivät vuonna 1944, kun Engelbart värvättiin laivastoon tutkateknikoksi. Kerrottiin, että tutkateknikkoja tarvittiin laivoille paljon, koska japanilaiset kamikaze-lentäjät tapasivat tähdätä iskunsa aluksien

komento- ja viestikeskukseen. Vuoden koulutusjakson jälkeen, samana päivänä kun Japani antautui, Engelbartin laiva lähti kohti Filippiinejä tehtävänään auttaa saariston demobilisaatiossa. Engelbart vietti laivalla yhteensä vuoden päivät. Työnä hänellä oli huolehtia radioista, kaikuluotaimista, televiestimistä ja tutkasta. Tämä tehtävä tutustutti hänet uusimpiin viestintäteknologioihin ja tutkatyöskentelyyn. (Lowood ja Adams, 1986; Barnes, 1997.)

Vielä toimiessaan laivastossaan Douglas luki Vannevar Bushin (1945) artikkelin "As We May Think", joka on vaikuttanut suuresti hänen ajatteluun. On huomattava, että Engelbartilla ei vielä tässä vaiheessa ollut omakohtaista kokemusta tietokoneista – kuten ei monella muullakaan vuonna 1945. Vannevar Bush oli johtanut sodan aikana Yhdysvaltain armeijan teknologiatutkimusta; alaisina hänellä oli ollut yli 6000 tutkijaa. Artikkelissaan Bush mietti, kuinka nämä tutkijat voisivat sodan jälkeen hyödyntää taitojaan ja tietojaan parhaiten yhteiskunnan hyväksi. Erään Bushin kuvaileman tutkimuskohteen, Memexin (Memory Extender), tarkoitus oli auttaa yksilön ajattelua assosiaatioihin perustuvan automaattisen indeksoinnin avulla; vastaavan termin ”hyperteksti” lanseerasi Ted Nelson kuitenkin vasta kaksikymmentä vuotta myöhemmin. Assosiaatioiden avulla kone pystyisi hakemaan mikrofilmukseen perustuvasta tietokannasta hakukriteerejä vastaavat tallenteet. Työaseman tarkoitus oli tallettaa käyttäjän kirjat, tallenteet ja kommunikaatio. Se olisi mekanisoitu siten, että tietoa voitaisiin hakea nopeasti ja joustavasti; näin se muodostaisi ”lisäkkeen” käyttäjän muistille. Bushin mukaan työasema oli fyysisesti työpöytä, jota voitiin mahdollisesti operoida etäältä; se koostuisi näppäimistöstä, napeista ja vivuista sekä näytöstä, johon materiaali olisi projisoitu ja jota voisi helposti lukea. Bushin artikkelia pidetään erittäin merkityksellisenä, jopa kanta-artikkelina, sekä hypertekstin että ihminen–tietokone-vuorovaikutuksen historiassa.

2.2 Augmenting Human Intelligence -hanke

Sodan jälkeen Engelbart palasi Oregonin yliopistoon jatkamaan sähkötekniikan opintojaan valmistuen kandidaatiksi vuonna 1948, jonka jälkeen hän siirtyi NACA:n (National Advisory Committee for Aeronautics, nykyisen NASA:n edeltäjä) Ames laboratorioon. Engelbart kertoo huomanneensa Amesissa vuonna 1950, että vaikka hän oli tähän mennessä saavuttanut vakituisen työpaikan, avioliiton ja turvatun elämän, jotain tuntui kuitenkin puuttuvan. Hän kysyikin itseltään, miten voisi parhaiten maksimoida uransa hyödyn ihmiskunnalle. Vuoden 1950 työmatkoillaan Engelbart mietti, mitä apua hänen taidoistaan olisi vision toteuttamisessa. Vaikka Engelbart ei ollut koskaan työskennellyt tietokoneiden kanssa, hän eräällä ajomatallaan vuonna 1951 ymmärsi, että jos tietokone pystyi näyttämään informaatiota reikäkortteilla ja paperitulosteissa, se pystyisi myös käyttämään näyttöä informaation eli symbolien esittämisessä. Mielessään hän palasi jälleen Memexiin ja kuvitteli ihmisiä "istumassa näyttöjen edessä ja 'lentämässä' informaatioavaruudessa, jossa he voisivat organisoida ajatuksiaan uskomattomalla nopeudella ja joustavuudella." On huomattava myös, kuinka tutkatyöskentelyn ja Engelbartin visioiman näyttöpäätetyöskentelyn välillä oli paljon samankaltaisuuksia: Tutkatyöntekijä istui näytön edessä ja vuorovaikutus tapahtui kytkinpöydässä olevien vipujen ja säätimien avulla. (Barnes, 1997.)

Vasta vuosia myöhemmin Engelbart ryhtyi tosissaan yrittämään visionsa toteuttamista. Ensiksi hän erosi töistään Amesissa ja hakeutui Berkeleyyn yliopistoon opiskelemaan tohtorintutkintoa, joka valmistui vuonna 1955. Engelbartin ajatuksia ei yliopistossa ymmärretty, joten Engelbart joutui tekemään väitöskirjansa täysin toisesta aiheesta (Bistable Gaseous Plasma Digital Devices). Engelbart saavutti Berkeleyssä Associate Professor -viran. Väitöksensä jälkeen Engelbart oli halukas siirtymään kaupallisen tietokoneellisuuden piiriin, mutta edes Dave Packard (Hewlett-Packardilla) ei ymmärtänyt Engelbartin ajatuksia digitaalisesta tietojenkäsittelystä. Engelbart perusti kahden opiskelukaverinsa kesken Digital Techniques -nimisen yrityksen, jonka tarkoitus oli Engelbartin väitöskirjatutkimuksen patentteihin pohjautuen valmistaa digitaalisen tietokoneen komponentteja. Engelbart oli tällöin osittain hyväksynyt ajatuksen, että tekisi digitaalisiin teknologioihin liittyvää tutkimusta eikä toteuttaisi visiotaan. Keskusteluissaan Berkeleyyn psykologian laitoksen tutkijoiden kanssa hän oli kuitenkin vakuuttunut siitä, että tietokoneita

voitaisiin käyttää ihmisen kognition tukemiseksi; tekoälyn tutkijat ja tietojenkäsittelijät sen sijaan suhtautuivat Engelbartin näkemyksiin nuivasti. (Lowood ja Adams, 1986.)

Lopulta Engelbart sai tutkijan pestin Stanfordin tutkimusinstituutista (SRI, Stanford Research Institute). SRI oli kiinnostunut tietokoneiden sotilas-, tiede- ja kaupallisovelluksista. Kahden ensimmäisen vuoden aikana Engelbart haki noin 12 patenttia magneettisista tietokonekomponenteista sekä miniatuuriteknologiasta. Vuoteen 1959 mennessä Engelbart oli keksinnöillään saavuttanut jo nimeä instituutissa ja pystyi harkita oman tutkimusryhmän perustamista. Koska tutkimus tulisi olemaan valtalinjasta poikkeavaa, tutkimussuunnitelman tuli olla vakuuttava ja perusteltu. Näin SRI:n ”vanhoilliset” saataisiin vakuutettua mukaan hankkeeseen. Koska käsitteellistä pohjaa tällaiseen monitieteelliseen tutkimukseen ei ollut, Engelbartin tuli itse luoda se. Engelbart viettikin seuraavat pari vuotta pääasiassa kehitellessään ja kirjoittaessaan tutkimussuunnitelmaa, joka julkaistiin vuonna 1963 nimellä ”A Conceptual Framework for the Augmentation of Man’s Intellect” (Engelbart, 1963).

Artikkelissa Engelbart visioi työkaluja, joiden hän näki auttavan jokapäiväisissä tehtävissä mm. sosiaalitieteissä, diplomatiassa, johtamisessa, ohjelmoinnissa, oikeudessa sekä suunnittelussa. Engelbart eritteli ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksen alkavan ihmisen havainnosta, jatkuvan korkeamman tason kognitiivisista toiminnoista (hahmontunnistus, muistaminen, mielikuvitus, abstrahointi, deduktio, induktio) ja päätyen symbolien manipulaatioon kielen ja työkalujen avulla. Tästä kehyksestä käsin Engelbart esitti, että tietokone voisi auttaa symbolimanipulaatiota tarjoamalla välineen niiden eksternalisoimiseksi ja automaattiseen kontrolliin:

”The symbols with which the human represents the concepts he is manipulating can be arranged before his eyes, moved, stored, recalled, operated upon ... This could be a computer with which individuals could communicate rapidly and easily, coupled to a three-dimensional color display within which extremely sophisticated images could be constructed, the computer being able to execute a wide variety of processes on parts or all of these images in automatic response to human direction.” (Engelbart, 1963.)

Vannevar Bushiin verrattuna Engelbartin näkemys erosi siinä, että Bush näki tietokoneen tehtäväksi pääasiassa vain toistuvien rutiinien hoitamisen. Engelbartin mukaan ”korkeamman tason” vuorovaikutus tietokoneen kanssa tulisi lopulta jopa muokkaamaan kieltä, taitoja ja ajattelua ja vaatisi myös organisatorisia muutoksia, joita voitaisiin helpottaa kouluttamalla työntekijöitä tietokoneen käytössä. Engelbart hahmotteli myös sen, miten tällainen koulutus tulisi viedä läpi ensin jäsentämällä opittava taito hierarkoihin ja opettamalla hierarkiasta ”alaspäin” taso kerrallaan. Näin kuvainnollisesti Augment-ajatusta kuvailtiin vuoden 1963 artikkelissa:

“We do not speak of isolated clever tricks that help in particular situations. We refer to a way of life in an integrated domain where hunches, cut-and-try, intangibles, and the human ‘feel for a situation’ usefully co-exist with powerful concepts, streamlined terminology and notation, sophisticated methods, and high-powered electronic aids.” (Engelbart, 1963.)

Ei ihme, että Engelbartia pidettiin Stanfordin ”taivaanrannanmaalarina”; Engelbartin korkealentoisesta tekstistä oli kieltämättä vaikea nähdä, miten asiat konkreettisesti tulisivat toimimaan. Epäilyksistä huolimatta Engelbartin onnistui hankkia hankkeelleen rahoitus.

2.3 Aikalaisvaikutteet

Engelbartin ajatukset eivät tietenkään syntyneet tyhjiössä vaan niiden takana oli zeitgeist, ajan henki, kognitiivinen kumous. Kognitiivisessa kumouksessa, joka ajoitetaan vuoteen 1956 Dartmouthissa pidettyyn filosofian, kielitieteen, tietojenkäsittelytieteen ja psykologian tutkijoiden kokoontumiseen, syntyi mm. tekoäly ja kognitiivinen psykologia, jossa ihmisen tietojenkäsittelyprosesseja tutkittiin tietokonemetaforan kautta. Molemmat nojasivat näkemykseen tietojenkäsittelystä symbolien manipulaationa, joka on lähtökohta myös Engelbartin kanta-

artikkelissa vuonna 1963. (Engelbart, 1963; kognitiivisesta kumouksesta ks. Bechtel ja Graham, 1998.)

Engelbartin ensimmäinen kosketus kognitiotieteisiin tapahtui kun hän oli laivastossa lukenut psykologi William Jamesin kirjoituksia. Myöhemmin 60-luvun alussa Engelbart tutustui Newellin General Problem Solveriin sekä tutustui RAND:n järjestämässä tekoälyseminaarissa Simoniin ja Feigenbaumiin sekä myöhemmin Rosenblattiin. Engelbart viittasi teoreettisessa taustatyössään myös semanttisten mallien teoriaan, joka kuvaili käsitejärjestelmiä, tietorakenteita, ihmisen kognitiossa. Engelbart lainasi myös psykolingvisti Benjamin Lee Whorfin ajatusta siitä, että kieli määrää todellisuuden hahmottamisen. Kun esimerkiksi eskimokielessä on useita lunta merkitseviä sanoja tai Navajojen kielessä objektit jaetaan karkeasti kahteen luokkaan, pyöreisiin ja pitkiin, se merkitsee Whorfin mukaan sitä, että näiden kielten puhujat ajattelevat olennaisesti eri tavalla kuin sellaisten kielten puhujat, joissa näitä eroja ei tehdä. Myös kasvatuspsykologiassa oli jo 1940-luvulla esitetty Engelbartin kanssa yhteneviä näkemyksiä siitä, kuinka lapset vuorovaikutuksessa fyysikaalisen maailman kanssa oppivat käyttämään abstrakteja symboleja ajattelussaan. (Lowood ja Adams, 1986; Engelbart, 1963.)

Engelbartin rajankäynti kognitiotieteisiin tapahtui kuitenkin pääasiassa keskusteluissa MIT:n psykologian professorin J.C.R. Lickliderin kanssa, joka oli jo vuonna 1960 esittänyt radikaaleja näkemyksiä ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksesta. Licklider oli tutkinut psykoakustiikkaa pyrkien mallintamaan sitä, kuinka ihminen pystyy ilman värähtelyä erottamaan ääniteitä; ja kun Lickliderin teoreettiset mallit muodostuivat liian monimutkaisiksi paperilla simuloitaviksi, hän kiinnostui tietokoneista. Engelbart oli innostunut Lickliderin artikkelista ”Man-Computer Symbiosis”, jossa Licklider omiin havaintoihinsa perustuen väitti, että tyypillinen tutkija käyttää vain 15% ajastaan tieteelliseen ajatteluun ja loput viitteiden etsimiseen, aineiston käsittelyyn, laskuihin jne. – näihin ”alempaan tason” toimintoihin tietokoneautomaatio sopisi parhaiten. Lickliderin mukaan ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutus oli symbioosi, jossa ihminen määrittää tavoitteensa, motivaationsa ja hypoteesinsa, jotka tietokone auttaa ratkaisemaan ”intrapoloimalla, ekstrapoloimalla ja transformaatiolla”. Taustalla oli ajatus siitä, että ihmisen kognitio ja koneen kognitio eroavat fundamentaalisesti toisistaan – koneet ovat tarkkoja ja nopeita, ihmiset joustavia ja pystyvät ”uudelleenohjelmoimaan” itsensä. Pari vuotta myöhemmin Lickliderin näkemykselle tuli tukea Ivan Sutherlandin väitöskirjatutkimuksesta Sketchpad, jolla pystyttiin luomaan, muokkaamaan ja tallentamaan 2D-malleja joustavasti. Lickliderin mukaan tietokoneelta vaadittaisiinkin uusia vuorovaikutusmuotoja (seinän kokoisia näyttöjä, puheentunnistusta, käsialantunnistusta), reaaliaikaista tietojenkäsittelyä sekä moniajaja, joka olisi ensimmäinen askel pois vallitsevasta ”batch processing” -ajattelusta. Lickliderin ajatukset aiemmin MIT:ssä sekä Engelbartin Berkelebyssä olivat molemmat kohdanneet vastustusta, koska tietokoneen tehtäväksi katsottiin ”numeronmurskaus”, tekoäly tai finanssipalvelut. (Rheingold, 1985; Licklider, 1960.)

Kognitiotieteen lisäksi Engelbart sai inspiraatiota myös Peter Druckerin teoksesta The Age of Discontinuity, joka ensimmäistä kertaa ennusti palveluyhteiskunnan korvautumisen tietoyhteiskunnalla ja uuden tietotyöläisluokan synnyn. Engelbartin tutkimuksen ensimmäinen tavoite olisikin yksittäisen tietotyöläisen kognition auttaminen, toissijainen tavoite tietokoneavusteisen kollaboraation mahdollistaminen tietotyöläisten kesken. Kokonaisuudessaan hahmoteltu Augment-hanke oli erittäin kunnianhimoinen, eikä edes Engelbartilla itsellään tainnut olla aavistusta tavoitteidensa vaatimusluokasta. (Barnes, 1997; Lowood ja Adams, 1986.)

3 SPUTNIKIN JÄLKEINEN AIKAKAUSI – ONLINE SYSTEM JA KAIKKIEN DEMOJEN ÄITI

Vuonna 1957 Neuvostoliiton satelliitti kiersi maapallon onnistuneesti. Sputnikin onnistumista pidettiin hälyttävänä merkinä siitä, että Yhdysvaltain asema avaruusteknologian johtomaana oli vähintäänkin uhattuna. Tästä seurasi se, että Yhdysvallat satsasi huomattavat määrärahat strategisesti tärkeäksi arvioidun tietotekniikan koulutukseen ja kehittämiseen. Tämä muutos

rahoituksessa mahdollisti sen, että myös paradigmasta poikkeavat hankkeet, kuten Engelbartin esittämä, saivat rahoitusta. Engelbartin tuntemasta Licklideristä tuli pian ARPA:n (Advanced Research Projects Agency) IPTO-projektin (Information Processing Techniques Office) johtaja, jonka tehtävänä oli rahoittaa interaktiivisia tietokonejärjestelmiä ja kehittää Yhdysvaltain kompetenssia Neuvostoliittoon nähden. Licklider-kontaktinsa ansiosta Engelbart sai merkittävän ARPA-rahoituksen. Tämä oli kiistatta tärkeää Engelbartille, koska ARPA-rahoitteisen tutkimuksen ei tarvinnut läpikäydä normaalia tieteellistä vertaisarvostelua vaan sen oli tarkoitus olla nopeaa ja strategisesti suunnattua. Ajatus välittömän vuorovaikutuksen tutkimisesta sai tukea lisäksi ilmavoimilta, jossa oltiin kehittämässä ensimmäistä lentosimulaattoria. Näin rahoitusta tuli myös NASA:lta Bob Taylorin myöntämänä. (Barnes, 1997.)

3.1 oNLine System

NASA:n ja ARPA:n hyväksynnän ja runsaan rahoituksen turvin, vuonna 1963, Engelbart perusti vihdoin oman tutkimuslaboratorion, jota hän kutsui nimellä Augmentation Research Center (ARC). Kaikki täytyi aloittaa käytännössä lähes tyhjältä pöydältä, vaikka Stanfordin resurssit olivatkin huomattavat. Ensimmäistä tietokonetta ARC:ssä Engelbart kuvaili seuraavasti:

”Mind you, the CDC 160A, which was the only commercially suitable minicomputer that we knew of, even though having only 8K or 12-bit words, and running at about 6 microseconds per instruction, cost well over \$100,000 [1963 dollars]. It had paper tape in and out; if the system crashed, you had to load the application program from paper tape, and the most recent dump of your working file [paper tape] before you could continue. A crude, industry-standard Flexowriter [online typewriter] could be driven; otherwise it was paper tape in and out.” (Barnes, 1997.)

Koska interaktiivista tietojenkäsittelyä ei vielä ollut olemassa, täytyi ohjelmointi suorittaa kuvatuolaisella tietokoneella käyttäen aluksi paperinauhoja. Kohta ryhmälle löytyi projektijohtaja, John Wesley, joka auttoi ryhmää nopeasti hankkimaan tarvittavat resurssit ja pystyi paikkaamaan Engelbartin ilmeisen heikkoja taitoja henkilöstöjohtamisessa. Seuraavien vuosien ajan laboratoriossa kehitettiin tietokonejärjestelmää, jonka nimeksi tuli oNLine System (NLS). (Lowood ja Adams, 1986.)

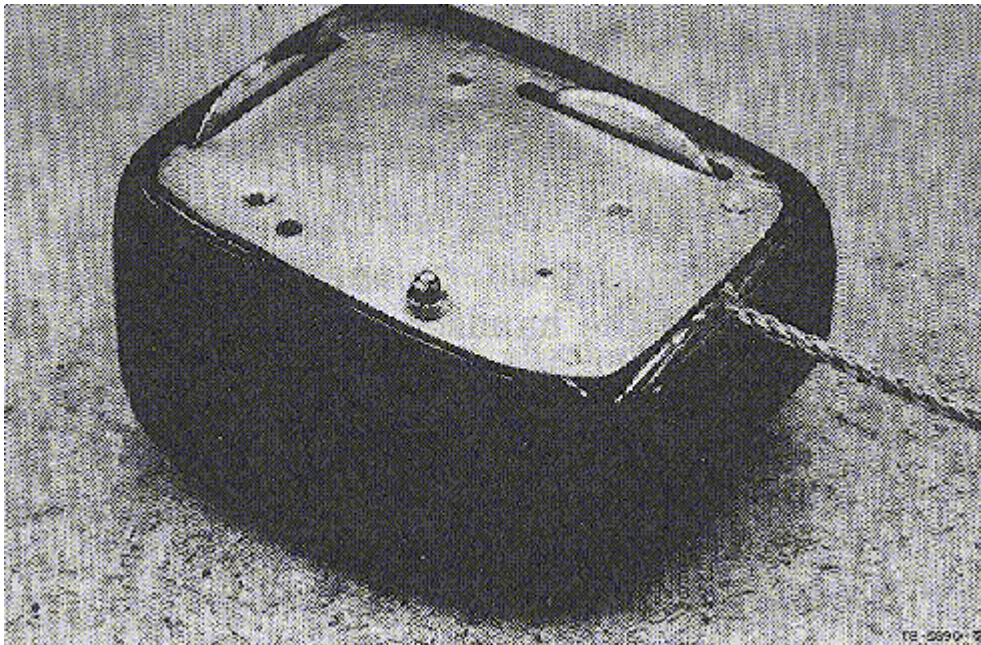
Engelbartin johtaman tutkimusryhmän – joka vähitellen muodostui tietojenkäsittelijöistä, insinööreistä ja psykologeista – toiminta-ajatuksena oli ns. bootstrapping, joka tarkoitti, että ryhmän tuli itse käyttää suunnittelemaansa järjestelmää toimien itse myös koehenkilöinä kokeellisissa tutkimuksissa (esim. English, Engelbart ja Berman, 1967). Bootstrapping näytti toimivan hyvin, koska ryhmä sai välitöntä palautetta järjestelmään tehtyjen muutosten vaikutuksista omaan työhön. NLS:n suunnittelussa ajaututtiin noudattamaan yhteisiä, julkistettuja suunnitteluperiaatteita, joista osa koski työskentelytapoja, osa koodia, osa käyttöliittymää jne. Tietokonekäyttöliittymien käytettävyyteen tähtäävä suunnitteluohjeisto on tiettävästi ensimmäinen.

NLS:ssä, ensimmäisessä paperittomassa toimistossa, oli monia ominaisuuksia, joita aikaisemmin ei ollut toteutettu. Käyttäjä pystyi tallettamaan dokumentteja digitaalisiin kirjastoihin ja selaamaan niitä hypertekstin avulla. NLS oli suunniteltu siten, että jokainen tietotyöläinen pystyi lukemaan ja työskentelemään myös muiden materiaalilla etänä terminaalien kautta. Tutkimusryhmän jäsenet käyttivät järjestelmää elektronisen lehden ylläpitämiseksi. Tätä pidetään ensimmäisenä hypertekstin tietokonesovelluksena; samankaltaisuudet Bushin Memex-visioon ovat ilmeiset (ks. luku 2.1). Muille tietotyöläisille pystyi jättämään sähköpostia linkitettyinä kuvien ja tiedostojen kanssa. NLS:n tekstinkäsittelyominaisuudet olivat lisäksi aikaansa edellä; oli erilaisia näkymiä tekstiin, näppäriä editointikomentoja sekä vektorigrafiikkaa.

NSL:ssä oli myös semigraafinen käyttöliittymä sekä ikkunointijärjestelmä (engl. tiled windows). Käyttöliittymän piirteet olivat käyttäjän vapaasti muokattavissa. Käyttöliittymä perustui kieleen, joka tulkittiin ajonaikaisesti. Kieli oli käyttäjien aksessoitavissa ja editoitavissa. (Barnes, 1997.)

Käyttöliittymän ohjaamiseksi käytettiin hiirtä (ks. kuva 1). Aikaisemmassa teoreettisessa määrittelyssään Engelbart (1963) oli hiiren sijasta visioinut valokynäperustaista vuorovaikutusta. Hiiri keksittiin Engelbartin ryhmässä vuonna 1964, kun syöttölaitteiden ominaisuuksia verrattiin ristiintaulukoimalla ja huomattiin, että yhden taulukon solun laitetta ei ollut vielä olemassa. Engelbartin tutkimusryhmässä suoritettiin hieman myöhemmin ensimmäinen graafisen käyttöliittymän vuorovaikutustapoja vertaileva kokeellinen tutkimus, joka on jäänyt ihmisen-tietokone-vuorovaikutuksen historiaan. Tutkimuksessa vertailtiin valokynää, joystickia, hiirtä, Grafoconia (eräänlainen vaakatasossa oleva vipuvarsi-ohjain) sekä polviohjainta. Hiiri osoittautui muita ohjauslaitteita nopeammaksi sekä pienten että suurten kohteiden valitsemisessa näytöltä. Polviohjain ja myöhemmin kokeiltu niskaohjain sen sijaan hylättiin epätarkkoina ja rasittavina. Engelbartin ryhmän edelläkävijäasenteesta kertoo se, että koetta varten kehitettiin tietokoneohjelma, joka kontrolloi kokeessa annettavia ärsykeitä, mittasi suoritusajat ja kokeen päätyttyä vielä tulosti suoritusasokuvia. Kokeellisessa psykologiassa siirryttiin vastaavanlaisiin ohjelmisto-ohjattuihin koeasetelmiin vasta 1970-luvun lopulla. (English, Engelbart ja Berman, 1967; Engelbart ja English, 1968; Lowood ja Adams, 1986.)

NASA antoi tukensa hiiren ja muiden syöttölaitteiden kokeelliseen tutkimukseen; NASA ei myöhemmin kuitenkaan innostunut hiirestä, koska se ei toiminut painottomissa olosuhteissa toivotulla tavalla. SRI ei myöskään ymmärtänyt hiiren täyttä arvoa ja myi patentin myöhemmin Appllelle 40 000 dollarilla. Hiiren lisäksi Engelbart kehitti viiden painikkeen, yhdellä kädellä operoitavan kordiaalinäppäimistön, jota pystyi käyttämään yksinkertaisten (yhteensä 32 kpl) komentojen syöttämiseen silloin kun toinen käsi käytti hiirtä (ks. kuva 2). Hiiren ja kordiaalinäppäimistön käytön oppimiseen kului Engelbartin tutkimusryhmän kokeellisen tutkimuksen mukaan yhteensä noin viisi tuntia. (Barnes, 1997; Engelbart ja English, 1968; Lowood ja Adams, 1986.)



Kuva 1. Vuoden 1965 hiiri nurinpäin. Huomaa, että liikkeen tunnistaminen ei perustunut palloon, kuten Applen myöhempi toteutus 1980-luvulla. Tässä toteutuksena etuna oli se, että ”tiltaamalla” pystyi piirtämään täysin vaakasuoria viivoja.



Kuva 2. NLS:n työaseman syöttölaitteet: kordiaalinäppäimistö, näppäimistö, kolminäppäinen hiiri.

Myös näyttölaite oli edellä aikaansa. Kuva tuotettiin pienelle CRT:lle konehuoneessa ja siirrettiin analogisesti 17” TV-näytölle käyttäjän työasemalle. Nykyteknologiaa ajatellen ehkä hämmästyttävien piirre oli kuitenkin videoneuvottelumahdollisuudet (ks. kuva 3).



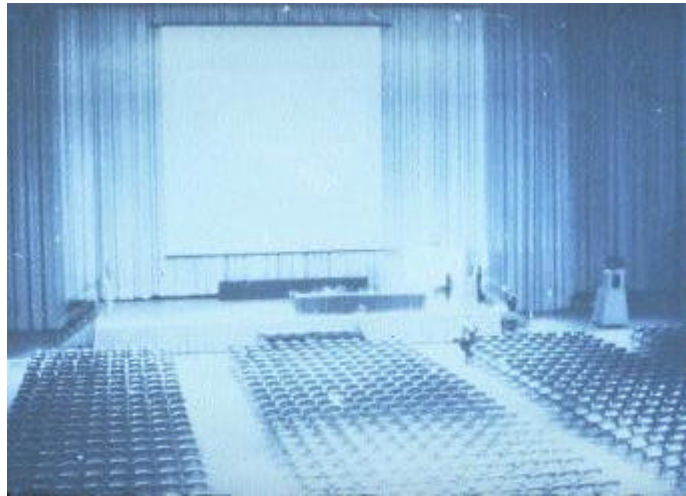
Kuva 3. Videoneuvottelu, jossa vektorigrafiikkakaavio jaettiin kahden neuvotteluosapuolen kesken. Kuva miksattiin TV-kamerakuvan kanssa.

3.3 Kaikkien demojen äiti

Keväällä 1968 ARC sai käyttöönsä ensimmäisen SDS940-tietokoneen, joka mahdollisti prosessoriajan jakamisen prosessien ja käyttäjien kesken. Tämän koneen päälle ryhdyttiin rakentamaan demoa tulevaa ACM/IEEE-CS Fall Joint Computer -konferenssia varten. Demon videoprojektorien, lyhytaaltoantennien ja muiden kalliiden välineiden hankintaan täytyi käyttää suuri osa ryhmän rahoista. Reaaliaikaista videoneuvottelua varten rakennettiin lisäksi yhteys San Franciscosta Stanfordiniin 30 mailin päähän. Mikäli demo ei olisi toiminut, tutkimus olisi epäilemättä joutunut taloudellisiin vaikeuksiin. Se kuitenkin toimi. (Barnes, 1997.)

Syksyllä konferenssissa San Franciscossa Engelbart demonstroi NLS:ää 90 minuutin multimediaesityksessä (ks. kuva 4.) Tässä ”Kaikkien demojen äidissä” Engelbart esitteli tekstinkäsittelyä suurella näytöllä auditoriossa. Engelbart mm. näytti, kuinka tekstinkäsittelyohje lmassa pystyi saamaan eritasoisia näkymiä tekstiin (otsikot tai sisällöt). Hiiren klikkauksella hän sai myös esille graafisen esityksen siitä, kuinka dokumentit tietokoneella olivat kytkettyneet toisiinsa. Hän myös videoneuvotteli SRI:ssä sijaitsevan tutkijan kanssa esityksen

aikana. Molemmat tutkijat näkivät saman dokumentin sekä toisensa ja pystyivät puhumaan keskenään. (Engelbart ja English, 1968.)



Kuva 4. Auditorio San Fransiscossa, jossa Kaikkien demojen äiti pidettiin vuonna 1968 lähes kaksituhatpäiselle yleisölle.

Vaikka Engelbartin demo oli häikäisevä, teollisuus ei pitänyt NLS:ää käytännöllisenä, koska se perustui reikäkorttikäytön sijasta suoraan vuorovaikutukseen. Yritykset eivät pystyneet kuvittelemaan kaupallisia sovellutuksia järjestelmälle. Osa paikallaolijoista uskoi koko demon olevan vain huijausta. ARPA:n ja NASA:n rahoitus jatkui kuitenkin. (Barnes, 1997.)

3.4 Network Information Center

Vuonna 1970 ARC:n tutkijoille tuli mahdolliseksi käyttää NLS:ää eri tietokoneilta (SDS940, PDP-10, PDP-11, DEC 20). Käyttäjillä oli tunnukset, joilla he pystyivät kirjautumaan sisään verkon eri koneilta. NLS oli nyt uudelleenohjelmoitu siten, että käyttöliittymät olivat päätelaiteriippumattomia. Aika alkoi olla kypsä laajemmille tietoverkoille. Demon jälkeen Engelbart innostuikin kuullessaan ARPA:n kehittämästä tietoverkosta. Hän näki tietoverkon parantavan ihmisten välistä hajautettua kommunikointia ja olevan näin yksi askel kollaboratiivisessa tietojenkäsittelyssä. Engelbart osallistui yhdessä ARPA:n kanssa Network Information Centerin (NIC) kehittämiseen, joka päättyi lopulta käyttämään NLS:n hypertekstijärjestelmää dokumenttien jakamiseen tietoverkossa. ARC:stä tuli ARPANETin toinen solmu. NLS:n käyttötarkoitus NIC:ssä oli tällöin jaetun tietopankin (Journal) ylläpitäminen. Viisi vuotta tietoverkkoon liittymisen jälkeen dokumenttitietokannassa olikin jo noin 30 000 tiedostoa, joista noin 20 000 oli jaettu. Järjestelmään kehitettiin käytännön syistä myös mahdollisuus rajata tiedostojen näkyvyysalueita kuten myöhemmin Unixissa. (Lowood ja Adams, 1986; Barnes, 1997)

4 AURINKO LASKEE ARC:LLE

Yli kymmenen vuoden kehitystyön jälkeen ARC ajautui vähitellen vaikeuksiin ja Engelbartin ylpeys, NLS, myytiin lopulta ilmavoimille. Engelbart seurasi itse mukana yrityksestä toiseen ja perusti lopulta oman konsulttiyrityksen. Seuraavassa pohditaan, miksi NLS lakkasi (tutkimuksena) olemasta ja mikä sen merkitys oli tulevalle tutkimukselle ja kehitykselle.

4.1 NLS myydään

1970-luvun alkupuolella muutkin ARPA:n rahoittaman tutkimusyhteisön jäsenet liittyvät bootstrapping-prosessiin ARPANETin myötä. Tässä vaiheessa NLS oli suurimmillaan niin ominaisuuksien kuin tutkimusryhmään koonkin puolesta. ARC-ryhmä oli kuitenkin kriisissä. Kriisi

johtui toisaalta siitä, että NLS:n kehittäminen ei onnistunut uusimpien ohjelmistojen ja laitteistojen edellyttämällä vauhdilla. Järjestelmä muuttui näinä aikoina noin puolen vuoden välein, joka teki järjestelmän käyttöön sopeutumisen vaikeaksi. NLS:ää pidettiin liian vaikeana oppia käyttämään. Ryhmän psykologit havaitsivat ensimmäisen kerran tietokoneen käytön tutkimuksen historiassa NLS:n käyttäjissä psykologista vastarintaa jatkuville muutoksille. Toisaalta Stanfordin yliopisto muutti tutkimusorganisaatiota hierarkisemmaksi, jonka tutkijat kokivat epämiellyttäväksi. Lopulta välit sponsoreihinkin kylmenivät. Jopa Licklider liittyi ARC:n arvostelijoiden kuoroon.

Vaikeuksien takia osa ARC:n jäsenistä lähti Xerox PARC:hen töihin. Tämän seurauksena Engelbart kohdisti voimavaroja yhä enemmän muihin projekteihin; NLS:n kehitystyö tosin jatkui, kattaen yhteensä 13 vuoden ajanjakson. Vuonna 1978 se lopulta myytiin McDonnell–Douglasin omistamalle Tymshare Corporationille, joka myi järjestelmän edelleen Yhdysvaltain ilmavoimille toimistokäyttöön. Tässä vaiheessa Engelbartin tutkimusryhmä, joka huippuvuosina käsitti 46 henkilöä, oli kutistunut yhden miehen, Engelbartin itsensä, ryhmäksi. Stanfordissa Engelbartia syytettiin saamattomuudesta ja hän koki ARC:n alasajon henkilökohtaisena nöyryytyksenä. Engelbart itse siirtyi huolehtimaan NLS:stä Tymsharella ja siirtyi myöhemmin myynnin mukana McDonnell–Douglasille. (Lowood ja Adams, 1986; Barnes, 1997.)

4.2 NLS:n merkitys tietojenkäsittelylle

Engelbartista ei koskaan tullut kuuluisaa tai rikasta, huolimatta lukuisista keksinnöistään. Engelbartin nimi yhdistettiin, ja yhdistetään vieläkin, pääasiassa hiiren keksimiseen. Hän itse pettyi siihen, että NLS:n piirteistä vain se jäi eloon ”pimeän ajan” jälkeen (Lowood ja Adams, 1986). Pimeällä ajalla hän viittaa ihminen–tietokone-vuorovaikutuksen tutkimuksen hiljaiseloon 1970-luvulla. Vaikka Engelbart osittain unohdettiin, hänen tutkimusryhmänsä jäsenet jatkoivat omilla saroillaan ARC:ssä aloitettua työtä. Osasyynä Engelbartin tuntemattomuuteen myöhemmällä ajalla on luultavasti myös se, että Engelbart julkaisi vain vähän tieteellisiä julkaisuja. Engelbartin työ keskittyi lähes kokonaan uran huipentuman aikana, 1960-luvulla, järjestelmän kehittämiseen.

ARC:n ja NLS:n perintö näkyi voimakkaasti Xerox PARC:ssä. Alan Kay Utahin yliopistossa, NLS:n ikkunointijärjestelmän innoittamana, esitteli väitöskirjassaan vuonna 1969 päällekkäiset ikkunat (engl. overlapping windows) graafisessa käyttöliittymässä. Myöhemmin Bob Taylor, ARC:n rahoittaja NASA:lla, palkkasi Kayn PARC:hen, jossa Kay visioi mm. suoramanipuloinnin käsitteen ja kannettavan tietokoneen (DynaBook). Yhteensä 15 entistä ARC-tutkijaa olivat tärkeässä asemassa Xeroxin kehittäessä graafiseen käyttöliittymään perustuvan Alton ja Starin. Alto ja Star ovat ensimmäiset toteutukset graafisista käyttöliittymistä, joista kaupallisesti menestyneen version onnistui toteuttamaan kuitenkin vasta Applen Lisa 1980-luvun alussa. Myöhemmin Engelbart vieraili PARC:ssä, mutta ei pitänyt siitä, kuinka tutkimus keskittyi graafisen käyttöliittymän eikä paljon kokonaisvaltaisemman Augment-ajatuksen ympärille. Graafista käyttöliittymää, kuten hiirtäkin, Engelbart piti vain yhtenä (sinänsä hyvänä) piirteenä Augment-järjestelmissä. (Myers, 1996; Lowood ja Adams, 1986; Barnes, 1997; kokonaisvaltaisempi näkemys NLS:n vaikutuksesta käyttöliittymien tutkimukseen ja kehitykseen on esitetty liitteessä.)

ARC:n ehkä taitavin insinööri, Bill English, siirtyi puolestaan tekemään yhteistyötä Stuart Cardin kanssa syöttölaitteiden käytettävyyden tutkimuksessa. Card ja English kehittivät matemaattisia malleja ihmisen ja koneen havaintomotorisesta vuorovaikutuksesta. Nämä mallit ja niiden perustana olevat empiiriset tutkimukset osoittivat hiiren hyvät ominaisuudet ja olivat perustana sille, että hiiri myöhemmin valittiin graafisen käyttöliittymän syöttövälineeksi Xeroxilla ja Applella. Myöhemmin Card oli ensimmäinen kirjoittaja ihminen–tietokone-vuorovaikutuksen klassikossa *The Psychology of Human-Computer Interaction* (Card, Moran ja Newell, 1983), jossa esitettiin vastaavia kognitiiviseen psykologiaan perustuvia simulaatiomalleja ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutuksesta.

ARPANETin kehittäjät saivat puolestaan viiden vuoden NLS:n käytön aikana peruskäsitteet tietoverkkojen käytöstä hajautetussa kommunikaatiossa.

4.3 Engelbart 1980- ja 90-luvuilla

1980-luvulla Engelbart toimi konsulttina yrityksissä, etsien vielä mahdollisuutta jatkaa Augment-ajatuksensa kanssa. Nykyään Engelbart on laajentanut alkuperäistä käsitteellistä kehystään ja tutkii tietojenkäsittelyn organisatorisia piirteitä (Engelbart, 1992). Hän perusti vuonna 1989 Bootstrap Instituten, jota hän johtaa tyttärensä Christinan kanssa. Nykyään, vielä 77-vuotiaana, Engelbart kirjoittaa artikkeleita, konsultoi, pitää puheita ja seminaareja.

Vasta 1990-luvulla Engelbartin työ alkoi saada sille kuuluvaa tunnustusta. Aikaisemmin häntä pidettiin lähinnä hiiren keksijänä ja näyttöpäätetyöskentelyn tutkijana, mutta sittemmin 1960-luvulla tehty työ on uudelleenlöydetty, ja häntä pidetään hypertekstin, käyttöliittymätutkimuksen, CSCW:n sekä multimedian pioneerina. Tästä osoituksena Oregonin osavaltiossa, josta Engelbart oli kotoisin, järjestettiin 24.1.2002 ”Douglas C. Engelbart” -päivä; Bill Clinton myönsi Engelbartille National Medal of Technology -palkinnon vuonna 2000; Engelbartin nimi on kunnianarvoisessa The Computer Hall of Famesa. Muita palkintoja ovat mm. IEEE John Von Neumann Medal ja ACM Turing Award sekä MIT:n keksintöpalkinto.

5 YHTEENVETO

Douglas Engelbart visioi jo 1940- ja 50-luvulla interaktiivisia tietokoneita, jotka täydentäisivät käyttäjän kognitiivisia ominaisuuksia. Ajatuksen taustalla oli työ tutkateknikkona laivastossa, jossa näyttöpäätetyöskentelyn mahdollisuudet tulivat tutuiksi. Engelbart sai paljon vaikutteita myös aikansa tietojenkäsittelyn radikaaleilta ajatteliijoilta. Hankittuaan nimeä insinöörinä Engelbartin onnistui vihdoinkin päästä johtamaan omaa tutkimusta. NLS, Engelbartin tutkimusryhmän kehittämä järjestelmä, oli pioneerityö webin, CSCW:n, vuorovaikutuksen sekä multimedian sarjoilla. Tutkimus huipentui vuonna 1968 pidettyyn Kaikkien demojen äitiin tietojenkäsittelijöiden konferenssissa. Douglas Engelbart oli innovatiivisuudestaan huolimatta lähes koko uransa ajan paitsiossa tiedemaailmassa. Osaa hänen aloittamista ajatuksia kehitettiin edelleen mm. Xeroxilla ja Applella. Engelbartin Augment-hankkeen merkitys näkyy tätä kautta nykyaikaisessa tietojenkäsittelyssä. Työn arvo on ymmärretty vasta 2000-luvulle tultaessa, kun merkittävä osa NLS:n piirteistä on suurten massojen käytössä.

LÄHDEVIITTEET

- Barnes, S.B. (1997). Douglas Carl Engelbart: developing the underlying concepts for contemporary computing. *IEEE Annals of the History of Computing*, 19 (3), 16–26.
- Bush, V. (1945). As we may think. *The Atlantic Monthly*, July 1945.
- Bechtel, W. & Graham, G. (Eds.) (1998). *A Companion to Cognitive Science*. Oxford: Basil Blackwell.
- Card, S.K., Moran, T.P., & Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Engelbart, D.C., & English, W.K. (1968). A research center for augmenting human intellect. *Proceedings of the Fall Joint Computer Conference (IFJC)*, 395–410. Arlington, VA.
- Engelbart, D.C. (1963). A conceptual framework for the augmentation of man's intellect. P.W. Howerton & D.C. Weeks (Eds.), *Vistas in Information Handling*, vol 1. Washington, D.C.: Spartan Books.
- Engelbart, D.C. (1992). Toward high-performance organizations: A strategic role for groupware. *Proc. GroupWare '92 Conf.*, San Jose, Calif., 3–5 Aug. 1992. San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann Publishers, 77–100.
- English, W.K., Engelbart, D.C., & Berman, M.L. (1967). Display-selection techniques for text manipulation. *IEEE Transactions on Human Factors in Electronics*, HFE-8, 5–15.
- Licklider, J.C.R. (1960). Man-machine symbiosis. Man-computer symbiosis. *Institute of Radio Engineers Transactions on Human Factors Electronics*, HFE-1, 4–11.
- Lowood, H., & Adams, J. (1986). *Interview with Douglas Engelbart, Parts 1 to 4*. Stanford, CA.: Stanford University Libraries.
- Myers, B.A. (1996). A brief history of human-computer interaction technology. *ACM Interactions*, 5 (2), 44–54.
- Rheingold, H. (1985). *Tools for Thought*. New York: Simon & Schuster.

