Koetuloksia ongelmanratkaisun soveltamisesta

Jaakko Kurhila ja Jan Lindström

Esitelmä 4.9.97 Ongelmanratkaisu-kurssilla
Tietojenkäsittelytieteen laitos
Helsingin yliopisto

Tiivistelmä

Ihmisten ongelmanratkaisuprosessin tutkimiseksi on kehitetty vain harvoja malleja. Kirjoituksessa esitellään Berkeleyn yliopistossa tehty tutkimus, jonka tavoitteena oli tutkia opiskelijoiden kykyä muodostaa, valita ja yrittää saavuttaa järkeviä lähestymistapoja matemaattisiin ongelmiin. Toisaalta tutkimuksessa mitattiin kuinka hyvin opiskelija suunnitteli ja organisoi ongelman ratkaisun ja kuinka hankalaksi oppilas ongelman arvioi. Lisäksi tutkittiin, kuinka hyvin opiskelijat osaavat soveltaa oppimiaan ongelmanratkaisumenetelmiä muihin samankaltaisiin ja myös täysin erilaisiin ongelmiin. Kirjoituksen lopussa on esitetty tutkimuksen kritiikkiä ja pohdittu vaihtoehtoisia tapoja tehostaa ongelmanratkaisua.

1 Johdanto

Ihmisen pitkäkestoista muistia, tietämyksen esitysmuotoja ja hakua muistista voidaan luonnehtia deklaratiiviseksi tietämykseksi [And95]. Silloin proseduraalista tietämystä on kaikki kognitiivinen toiminta. Kaikki ihmisten kognitiivinen toiminta on käytännössä ongelmanratkaisua.

Oppimista ongelmanratkaisun avulla pidetään tehokkaimpana tapana oppia [CRK90]. Ongelmanratkaisun soveltamisessa voi kuitenkin olla useita erilaisia tapoja, joista toiset ovat tehokkaampia kuin toiset. Vaikka ongelmanratkaisu on luonteeltaan tarkoitushakuista — avoimeen tai suljettuun ongelmaan pyritään löytämään ratkaisu tai ratkaisuja — olennaista ongelmanratkaisussa on varsinainen ongelmanratkaisuprosessi.

Ongelmanratkaisun tehokkuuden mittaamisessa on lähes aina pitäydytty mittareissa, jotka mittaavat ongelmanratkaisukykyä vain saavutettujen oikeiden ratkaisujen valossa. Luotettavia ja luotettavasti dokumentoituja testejä, joissa mitataan erityisesti ongelmanratkaisuprosessia, ei kirjallisuudesta juuri löydy. Tämä johtunee enimmäkseen siitä, että ihmisten ongelmanratkaisuprosessi ei ole vielä täysin selvä. Nykyiset teoriat perustuvat yleisesti Newellin ja Simonin [NeS72] kehittämään ajatukseen, että ongelmanratkaisu on etsintää ja kokeilua ongelma-avaruudessa.

2 Schoenfeldin tutkimus

Schoenfeldin tutkimuksessa [Sch85] pyrittiin erityisesti arvioimaan ja evaluoimaan ongelmanratkaisuprosessia. Tutkimuksessa kahteen opiskelijaryhmään käytettiin kolmea testausmenetelmää ongelmanratkaisun tehokkuuden mittaamiseksi. Toisessa ryhmässä käsiteltiin ongelmanratkaisumenetelmiä matemaattisiin ongelmiin ja toisessa ongelmanratkaisumenetelmiä rakenteiseen ohjelmointiin.

2.1 Ongelmanratkaisuluennot

Schoenfeldin tutkimus tehtiin matematiikan kurssin yhteydessä. Kurssin sisältö oli lähinnä matemaattista ongelmanratkaisua heuristisin menetelmin.

Tyypillisesti kurssin luento alkoi laskuharjoituskeskustelulla, jossa ratkaisut esitti yleensä opiskelija. Laskuharjoituskeskustelun päätyttyä jaettiin ongelmat, joita ratkottiin pienissä ryhmissä. Lopuksi ongelmista keskusteltiin ja ratkaisuja etsittiin yhdessä. Kursseilla käsiteltiin ja opeteltiin luonnollisesti myös ongelmanratkaisumenetelmiä.

Ongelmanratkaisun aikana luennoitsija saattoi keneltä tahansa kysyä kolme kysymystä:

- Mitä tarkasti ottaen olet tekemässä? (Pystyykö oppilas selvittämään toimintaansa.)
- Miksi olet tekemässä sitä? (Kuinka idea sopii ratkaisuun.)
- Kuinka se auttaa sinua? (Mitä teet tuloksella kun saat sen.)

Kurssin alussa opiskelijat eivät pystyneet vastaamaan kysymyksiin ja opiskelijat saattoivat jopa tuntea häpeää tietämättömyydestään. Kurssin puolivälissä opiskelijat pystyivät vastaamaan kysymyksiin ja kurssin lopussa jotkut kurssin opiskelijat olivat ottaneet tavaksi kysyä itseltään vastaavat kysymykset.

2.2 Testit

Opiskelijat osallistuivat tutkimusta varten kehitettyihin testeihin kurssin ensimmäisenä ja viimeisenä päivänä. Ohjeet testeihin olivat samanlaiset. Opiskelijan tuli kirjata vastaukseen kaikki ajatukset työstäessään ongelmaa mukaanlukien ajatukset

- joita opiskelija kokeili, mutta jotka eivät toimineet,
- lähestymistavat ongelmaan, jotka opiskelijan mielestä toimisivat, mutta joita hänellä ei ollut aikaa kokeilla ja
- perustelut kokeiltuihin ratkaisumenetelmiin.

Tutkimuksessa kaikki kolme testiä sisälsivät samankaltaiset esi- ja jälkitestit, jotka keskittyivät opiskelijan toimintaan ongelmanratkaisussa. Esi- ja jälkitestiä vertaamalla yritettiin havaita opiskelijoiden taitojen kehittyminen.

Ensimmäisen testin tavoitteena oli tutkia erilaisten ongelmanratkaisulähestymistapojen esiintymistiheyttä ja lukumäärää, oppilaiden tavoittelun määrää ongelmanratkaisun lähestymistapoihin ja ongelmanratkaisun lähestymistapojen tavoittelun onnistumista. Ensimmäiseen testiin kehitettiin pisteytysmenetelmä, jossa keskityttiin (1) oppilaan generoimiin ongelmanratkaisulähestymistapojen määrään, (2) siihen, kuinka paljon lähestymistavoissa oli tavoiteltu ratkaisua ja (3) millä tuloksilla. Toisessa pisteytysmenetelmässä parhaat ongelmaratkaisuyritykset palkittiin pisteillä.

Toisessa testissä kysyttiin oppilaiden subjektiivisia reaktioita ensimmäisen testin ongelmiin ja oppilaiden omiin ongelmanratkaisutapoihin. Testillä mitattiin kuinka tuttuja ongelmat olivat, kuinka hyvin oppilas suunnitteli ja organisoi ongelmanratkaisustrategiansa ja kuinka hankalaksi oppilas ongelman arvioi.

Kolmannella testillä mitattiin ongelmaratkaisun heuristista soveltamista muihin ongelmiin. Testin ongelmat oli jaettu kolmeen aliluokkaan, jotka sisälsivät (1) samankaltaisia, (2) lähes samankaltaisia ja (3) täysin toisistaan riippumattomia ongelmia. Tehokkuus näissä kolmessa ongelma-alueessa kuvaa kuinka hyvin opiskelijat yleistävät uusia oppimiaan taitoja ja kuinka hyvin opiskelijat pystyvät soveltamaan taitojaan uusiin tilanteisiin.

2.3 Testien tulokset

Schoenfeldin tutkimuksessa otoskoot olivat hyvin pieniä. Testiryhmän koko oli 11 oppilasta ja vertailuryhmän 8 oppilasta. Schoenfeld on kuitenkin sitä mieltä, että otoskoot ovat riittäviä tulosten esittämiseen, koska Berkeleyn ja Hamiltonin yliopistoissa vastaavilla tutkimuksilla oli saavutettu samansuuntaisia tuloksia muutamia vuosia aiemmin [Sch85].

Ensimmäisen testin tulokset osoittivat, että oppilaat oppivat käyttämään heuristisia strategioita ongelmanratkaisuun. Schoenfeldin mukaan oppilaiden kehittyminen johtui suurelta osin ongelmanratkaisumenetelmien oppimisesta.

Toisen testin tulosten perusteella havaittiin, että oppilaat suunnittelivat ja organisoivat ongelmanratkaisustrategioitansa selvästi enemmän jo ennen kuin he ryhtyivät ratkaisemaan ongelmaa.

Kolmas testi osoitti, että oppilaat pystyivät soveltamaan ongelmanratkaisun lähestymistapoja myös muihin samankaltaisiin ongelmiin.

3 Yhteenveto

Schoenfeldin tutkimusta kohtaan on syytä esittää raskastakin kritiikkiä. Tuloksia ei voi pitää tilastollisesti merkittävinä tai täysin vakuuttavina. Otoskoon pienuus on ymmärrettävää, sillä opiskelijoiden käyttäminen koe-eläiminä on moraalisesti arveluttavaa. Kuitenkin testaus muissa yhteyksissä olisi tällaisessa tutkimuksissa erittäin kallista ja työlästä. Tuloksien epämääräisyyttä aiheutuu väkisin myös siksi, että esi- ja jälkitesteihin ei ole mahdollista tehdä tehtäviä, joiden vaatimustaso olisi täsmälleen sama. Siksi testitulokset ongelmanratkaisuheuristiikkojen soveltamisesta matemaattisiin ongelmiin eivät voi olla täysin luotettavia.

Ongelmanratkaisukyvyn tehostamiseksi on yritetty kehitellä myös muita tapoja. Eräs mielenkiintoisimmista lähestymistavoista on visualisointien käyttö ongelmanratkaisussa. Repenning esittää [ReS94], että visualisointi tehostaa ongelmanratkaisuprosessia huomattavasti. Repenningin mielestä kuitenkaan pelkkä visuaalinen esitys sinänsä ei riittävästi auta ongelmanratkaisuprosessia. Hyviä oppimistuloksia on saavutettu sellaisella visuaalisella ongelmanratkaisuympäristöllä, joissa visuaalisten elementtien esitystapaa on mahdollista muuttaa. Repenning ei kuitenkaan esitä tutkimustuloksia tai ota kantaa siihen, *miten* visuaalinen ohjelmointi tehostaa ongelmanratkaisua. Repenning tyytyy vain toteamaan, että visuaalisilla apuvälineitä käyttämällä oppimistulokset ovat olleet parempia.

Viitteet

[And95] Anderson, J.R. Cognitive psychology and its implications. 4th Ed., W.H. Freeman and Co., 1995.

[CRK90] Charney, D.H., Reder, L.M. ja Kusbit, G.W. Goal setting and procedure selection in acquiring computer skills: A Comparison of tutorials, problem-solving, and learner exploration. Cognition and Instruction, 7(4), 1990, pp. 323-342.

[NeS72] Newell, A. ja Simon, H. Human problem solving. Prentice-Hall, 1972.

[ReS94] Repenning, A. ja Sumner, T. Programming as Problem Solving: A Participatory Theater Approach, Workshop on Advanced Visual Interfaces 1994, Bari, Italy, 1994, pp. 182-191.

[Sch85] Schoenfeld, A. Mathematical problem solving. Academic Press, 1985.