

Het experiment

Bart de Boer

In deze les

- Hoe doe je een experiment?
 - Hoe bereid je het voor?
 - De probleemstelling
 - Literatuuronderzoek
 - Bedenken/kiezen experimentele opstelling
 - Bedenken/kiezen analysevorm
 - Hoe voer je het uit?
 - Pilotonderzoek
 - Eigenlijke uitvoering
 - Hoe beschrijf je de resultaten
 - Ook behandeld in voorgaande lessen

Een beetje wetenschapsfilosofie

- Popper
 - Theoriën moeten falsifieerbaar zijn
 - Moeten experimenten daarom gericht zijn op falsificatie?
 - Meestal, maar kan ook verkrijgen inzicht zijn.
- Kuhn
 - Wetenschap wordt over het algemeen binnen een paradigma bedreven. Echte vooruitgang wordt geboekt bij verschuiven paradigma.
 - Moet je binnen of juist buiten het paradigma werken?



Hoe bereid je het voor?

- Het onderwerp
 - In welk veld ga je onderzoek doen?
- Literatuuronderzoek
 - Wat is er al gedaan/ wat is interessant?
- De probleemstelling
 - Wat ga je onderzoeken? Waarom?
- Bedenken/kiezen experimentele opstelling
 - Hoe ga je onderzoeken?
- Bedenken/kiezen analysevorm
 - Hoe detecteer je je resultaten?



Het onderwerp

- Dit is je interessegebied/je expertise.
 - Het veld waarin je bent opgeleid.
- Hierbinnen zijn open problemen.
 - Die te ingewikkeld zijn om in een keer op te lossen.
 - Daarom kies je een deelprobleem.
- Vaak kies je in eerste instantie niet zelf
 - Je bent onderdeel van een onderzoeksgroep.
 - Je baas/professor/begeleider kiest voor je.
- Vandaar ook het bestaan van scholen/paradigma's

Literatuuronderzoek (1)

- Uitvloeisel van Kuhn's wetenschapsfilosofie:
 - Onderzoek is alleen acceptabel als het past in een traditie
- Werk van je voorgangers is te vinden in hun publicaties
 - Wat is al onderzocht?
 - Wat zijn open vragen?
 - Wat zijn standaard oplossingsmethoden?

Literatuuronderzoek (2)

- Waar vind je (verwijzingen naar) materiaal?
 - Tekstboeken
 - Gespecialiseerde tijdschriften (vaak on-line)
 - Gespecialiseerde conferenties
 - Databanken op internet:
 - Web of science
 - Article database (ADB) (beiden via VUB bibliotheek (http://www.vub.ac.be/BIBLIO/subwebsite_vubdatabase_alpha_en.html))
 - Citepeer (minder betrouwbaar) (<http://citepeer.com/>)
 - Websearch



Literatuur—valkuilen

- Teveel lezen
 - Maak een afweging tussen meer lezen en zelf experimenten doen
 - Je kunt nooit alles lezen
 - Het is weliswaar beleefd om naar iedereen te refereren, maar vergeten te refereren is minder erg dan plagiaat
 - Reviewers zullen je wijzen op wat je vergeten bent.
- Is iedereen slimmer dan jij?
 - Artikelen gaan altijd over afgerond onderzoek, en zijn vaak geschreven om resultaten te verkopen.

De probleemstelling

- Definieer je probleem voor je begint!!!
 - Veel overschrijdingen van deadlines worden veroorzaakt door vage definitie probleem.
- Begin probleemstelling vormt zich door interactie met andere wetenschappers en door kennis van het vakgebied.
- Voor het begin van je onderzoek moet je de probleemstelling zodanig concreet maken dat je er een experiment bij kan bedenken: *operationaliseren*.

Probleemstelling—valkuilen

- Soms is het nodig je probleemstelling aan te passen tijdens je onderzoek
 - Doe dit niet te vaak en te drastisch: je hebt maar beperkt de tijd
- Hou in de gaten wat je echt onderzoekt
 - Vaak is het makkelijker (in de informatica) om een abstract systeem te definiëren en dat te onderzoeken, in plaats van het eigenlijke fenomeen:
 - Formele talen
 - Machine learning theory
 - (virtual reality)

De experimentele opstelling (1)

- Hoe ga je je experiment doen?
 - Vaak zijn hiervoor standaardprocedures
 - Standaard algoritmen
 - Standaard datasets (corpora, standaard datasets)
 - Standaard problemen (toy problems)
 - Hiermee vergelijken
- In informatica zal je experimentele opstelling vaak een programma zijn
 - Soms werk je ook met proefpersonen (bijvoorbeeld bij testen user-interface)

De opstelling (2)

- Experimenten zijn vaak kleine variaties op al eerder gedane experimenten
Het uitvinden van een radicaal nieuwe methode is vaak het moeilijkst.
- Indien geen standaard
 - Welke gegevens zouden licht werpen op het door jou gekozen probleem
 - Hoe overtuig je andere wetenschappers van jouw gelijk
 - Stel van te voren vast waarop je aangevallen zou kunnen worden, en timmer de gaten dicht: is je probleem niet te eenvoudig, gebruik je wel het juiste algoritme, hoe gevoelig zijn je resultaten voor tuning?

Bronnen van fouten

- Ruis
 - Veel metingen bevatten ruis, maar dit is in principe niet erg. Je kunt je hiertegen wapenen door je experiment te herhalen, en statistische tests te gebruiken.
- Systematische fouten
 - Deze zijn erger, omdat ze je resultaten in een richting duwen. Het is vaak heel moeilijk om ze op te sporen en te verwijderen. Ze kunnen optreden in zowel je experiment als je analyse.
- Tuning
 - Pas op dat je je parameters niet zo tuncet dat je de resultaten krijgt die je wilt, maar alleen voor een specifiek experiment.

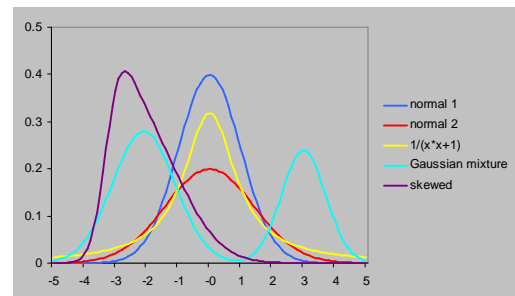
De analyse van je resultaten

- Bedenk van te voren hoe je je resultaten wilt analyseren
 - Dit is niet altijd precies mogelijk, bijvoorbeeld bij exploratief onderzoek
- Als je je analyse aanpast aan je resultaten kun je bijna vinden wat je wilt

Onderdelen van de analyse

- Wat meet je precies?
 - Experimenten en simulaties genereren vaak grote hoeveelheden gegevens
 - Daarom moet deze data gefilterd worden, of er moeten statistische maten gedefinieerd worden (bijv. Temperatuur).
- Is datgene wat je vindt ook relevant?
 - Daarvoor statistiek
- Hoe analyseer je dit statistisch?
 - Wat is de verdeling van je resultaten?
 - Welke statistische tests zijn beschikbaar?

Enkele verdelingen



Onderdelen van de Analyse (2)

- Voordat je je analyse kunt doen, moet je weten wat je ongeveer krijgt.
 - Is dat niet in tegenspraak met dat je je analyse-methode moet vaststellen van te voren?
- Waarmee vergelijk je je resultaten?
 - Data van andere algoritmen
 - Metingen van andere onderzoekers (replicatie)
 - In cognitive modelling: menselijke data.

Mathematische analyse

- Voor mathematisch georiënteerd onderzoek is dit belangrijk
 - Vooral voor bepalen schaalbaarheid, algemene geldigheid van resultaten en interpretatie van het gedrag van je systeem
- Over het algemeen zijn systemen zo ingewikkeld dat je ze alleen maar sterk vereenvoudigd kan analyseren
 - Je gooit dan al gauw de baby met het badwater weg
 - Maar het staat vaak wel leuk in je paper.

De uitvoering van het experiment

- De pilotstudy
 - Proefexperimenten, voorafgaand aan je echte experiment
- Het eigenlijke experiment

De Pilotstudy

- Om eventuele problemen van analyse te anticiperen
- Om systematische fouten in je experiment op te sporen
- Om eventuele problemen in je protocol op te sporen
- Om parameters in je model te tunen
 - Pas op: gebruik andere random seeds, datasets en proefpersonen dan voor het echte experiment
- In de informaticapraktijk valt dit vaak samen met het debuggen van je code.

Het eigenlijke experiment

- Je moet precies weten waar je resultaten vandaan komen
- Experimenten moeten gedupliceerd kunnen worden door anderen
- Hou daarom precies bij wat je hebt gedaan
 - Wetenschappelijk dagboek
 - Database experimentele resultaten
- **Verander nooit je experimentele opstelling tijdens je experiment**
 - Dat had je moeten doen tijdens je pilotstudy

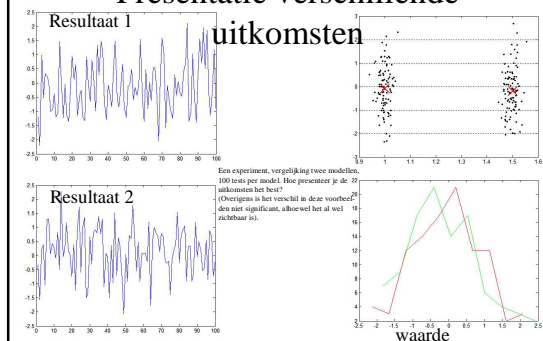
Een of meer experimenten

- Computerwetenschappers doen vaak te weinig experimenten, zodat het niet duidelijk is wat ze precies betekenen.
- Daarom: herhaal je experimenten (in simulaties: met andere randomwaarden) en kijk of je resultaten significant zijn.

De presentatie van de resultaten

- Hierover hebben we het al gedeeltelijk gehad.
- Presenteer resultaten zo *overtuigend* mogelijk
 - Leg nadruk op wat belangrijk is
 - Leg nadruk op wat nieuw is
 - Leg nadruk op datgene wat licht werpt op je vraagstelling
 - Presenteer niet teveel, maar ook niet te weinig
 - Presenteer wel voldoende zodat anderen je conclusie kunnen controleren
- **Kies de juiste vorm voor de presentatie!**

Presentatie verschillende uitkomsten



Tenslotte

- Experimenten doen leer je in de praktijk
 - Een goede begeleider helpt
 - Reviewers vertellen je idealiter ook wat je fout hebt gedaan
- Maar als je het zorgvuldig doet, doe je het over het algemeen beter dan je concurrenten
 - In elk geval in de informatica