HD-metoden och hypotesprövning. Vetenskapliga data

En central vetenskaplig metod?

- Vetenskap har (minst) fyra olika komponenter:
- Att ställa upp hypoteser.
- Att verifiera hypoteser med logik.
- Att värdera hypoteser utgående från observationer.
- Att göra experiment som genererar observationer.

Finns det en gemensam kärna för all vetenskap?

- Ett förslag: Den hypotetisk-deduktivametoden.
- Används i naturvetenskap.
- Används (kanske) i matematik.
- Förefaller att användas i samhällsvetenskaper.
- Lite kontroversiellt att säga så?

Carl Hempel 1905-1997

Sanning och metoder

- På ett seminarium har vi talat om sanningar. Två typer av sanning verkar speciellt viktiga:
- Korrespondenssanning.
- Koherenssanning.
- De motsvaras av två metoder för att ta reda på sanning:
- Korrespondens: Kontrollera observationer av verkligheten.
- Koherens: Härled påståenden med logik.

Vetenskapens två metoder

- Vetenskap arbetar både med logiska härledningar och observationer.
- I matematik förekommer nästan bara härledningar.
- I naturvetenskap förekommer båda.
- I samhällsvetenskap och humaniora är det mer oklart. Rimligen används observationer.

Ett djärvt påstående

- Den gemensamma metoden för att hantera observationer är HD-metoden (i någon form).
- HD-metoden och tänkesättet som hänger ihop med den är det som utmärker vetenskapligt tänkande.
- Inte alla håller med.
- HD-metoden verkar fungera bäst i naturvetenskap.

Vad det handlar om

- Vi tänker oss att vi har en hypotes H. Vi vill avgöra om H är sann eller inte.
- H kan vara ett enstaka påstående eller en generell lag.
- Vi har olika observationer E1, E2, …, En.
- (Observationerna kan komma från ett experiment utfört för att testa H. De kan också finnas innan H skapas.)
- Styrker eller försvagar E1, …, En hypotesen H?
- HD-metoden söker svar på den frågan.

Ett specialfall: Induktion

- Goodmans problem: Vilken hypotes stödjer induktionen?
- Vi fixerar vilken hypotes vi vill undersöka (Goodmans problem uppstår inte).
- En vanlig form: H säger att ”Alla objekt av typ A har egenskap B”.
- Observationerna är av typen: E1 = ”Objekt 1 som är av typen A har egenskap B”o.s.v.

Fungerar induktion?

- Ja, oftast. Det finns dock motexempel.
- Urvalet av observationer måste i någon mening vara tillräckligt generellt.
- Varför fungerar induktion rent logiskt?
- Vanligaste motiveringen är den vaga principen UN (Uniformity of Nature), se Okasha kap 2.

En kritiker

David Hume 1711-1776

Induktion kan inte motiveras!

- Kan inte bevisas logiskt (försök själv).
- Kan inte motiveras med induktion (cirkulärt)
- Vi tror på induktion för att den verkar fungera.
- Men den kan aldrig ge vetenskaplig övertygelse.

Konstruktiv kritiker?

Karl Popper 1902-1994

Induktionsgåtan är löst!

- Lösningen är att induktion aldrig fungerar!
- Vi kan aldrig verifiera påståenden.
- Vi kan bara falsifiera dem.

HD-metoden för falsifiering

- Vi har en hypotes H som vi vill visa är falsk.
- Vi har olika observationer E1, E2, …, En.
- Antag att det finns en observation Ei så att H => inte Ei.
- Då falsifierar Ei hypotesen H.

Ex:Flogistonteorin

Antoine Lavoisier

Flogistonteorin: Vad som händer när en sak brinner är att ett ämne som kallas flogiston lämnar saken.

Flogistonteorin falsifierades av Lavoisier.

Falsifiering av flogistonteorin

- Låt H vara flogistonteorin.
- Rimligen bör flogistonteorin medföra att saker blir lättare när de brinner eftersom flogiston lämnar saken.
- Men det går att hitta metaller som vid förbränning blir tyngre (oxid bildas). Kalla detta för E.
- Eftersom H => inte E, är H falsifierad.

Hjälphypoteser

- Kan man inte direkt visa H => inte E. Vi kan behöva en hjälphypotes Hj så att H&Hj => inte E.
- Ex: H = “Sjukdomen A orsakas av bakterier”
- Hj = “Penicillin dödar bakterier”
- E = “Sjukdomen A påverkas inte av penicillin”.

Ad hoc-hypoteser

- Hjälphypoteser bör vara väl etablerade och “säkra”. Ibland kan dock följande hända:
- Om E har observerats och vi vet att
- (H => inte E) kan någon vilja rädda H.
- Man kan göra det genom att anta att implikationen egentligen har formen (H&Hj => inte E) och att sedan byta ut Hj mot en ny hypotes Hah så att (H&Hah => E).
- Hah betraktas som en ad hoc-hypotes om den, tagen i sig själv, verkar ytterst osannolik.

Ex: Flogistonteorin

- Vi hade H = flogistonteorin.
- E var att en viss metall blev tyngre efter förbränning.
- Vi kan nu argumentera för att H&Hj => inte E där Hj: Flogiston har positiv vikt.
- Om vi ersätter Hj med Hah: Flogistonet I metallen har negativ vikt så får vi H&Hj => E!
- Men hur sannolik är Hah?

HD-metoden för falsifiering. Sammanfattning

- Vi har en hypotes H som vi vill falsifiera.
- Vi väljer en observation E.
- Vi använder (ev) en hjälphypotes Hj som ger H&Hj => inte E.
- Eftersom vi vet att E gäller har vi falsifierat H.

HD-metoden för verifiering

- Antag att vi har hypotes H och observationer E1, E2, …, En.
- Under vilka omständigheter *styrker* observationerna H?
- En möjlighet är att E1&E2&…&En => H. Då är H verifierad.
- Vi antar att det inte är så.

Observationer som styrker

- Vi har H och E1, E2, …., En.
- Antag att alla E1, …, En är ganska osannolika.
- Antag att vi kan hitta hjälphypoteser Hj1, Hj2, … , Hjk så att
- H&Hj1&…&Hjk => E1&E2&…&En och alla hjälphypoteserna är *naturliga.*
- Då styrker observationerna H.

Skäl för och emot

- Antag att vi har H och observationer E1, E2, …, En.
- Vissa observationer Ei styrker H om de tillsammans med en hjälphypotes Hji ger H&Hji => Ei.
- Vissa observationer Ek försvagar H om de tillsammans med en hjälphypotes Hjk ger H&Hjk => inte Ek. Observera att Hjk inte är helt säker. H är inte säkert falisfierad.

Skäl för och emot II

- Vi gör en sammanvägning. Om hjälphypoteserna som styrker H är starkare och naturligare än de som försvagar H betraktas H som styrkt.
- Detta fungerar bäst om vi kan använda sannolikhetsteori för att värdera hjälphypoteserna.

En tredje form av HD-metoden. Att välja mellan hypoteser.

- Om vi har en uppsättning observationer E1, E2, … ,En och en hypotes H så kan vi försöka hitta hjälphypoteser Hji så att H&Hji => Ei för alla i. (Eller åtminstone så att H&Hji => inte Ei blir falsk).
- Om en annan hypotes H* kan göra samma sak med *naturligare* hjälphypoteser så väljer vi H* som en bättre hypotes.

Vi använder sannolikhet

- De tidigare metoderna var kvalitativa.
- Vi försöker nu göra en probabilistisk uppskattning av när en observation styrker en hypotes.
- Grundproblem: Vi har en hypotes H och en observation E. När styrker E hypotesen H?

En viktig formel

Thomas Bayes 1702-1761

Skapade en viktig matematisk formel för samband mellan olika betingade sannolikheter.

Hans metod utgör grunden för s.k. Bayesiansk statistik.

Bayes formel

- I vårt problem vill vi veta vad den betingade sannolikheten $P(H|E)$ är.
- Bayes formel: $P(H|E) = P(E|H)P(H) / (P(E|H)P(H) + P(E|\text{ inte } H)P(\text{inte } H))$
- Alternativt kan formeln skrivas $P(H|E) = P(E|H)P(H) / P(E)$
- Vilken form som används beror på vad man vet om $P(E)$.

Exempel: Test av medicin

- Antag att vi har en viss medicin som vi tror kan bota en viss sjukdom. Låt M vara hypotesen att medicinen botar sjukdomen.
- Vi gör en observation. Det är att en sjuk patient som får medicinen blir frisk efter en vecka. Kalla observationen F.
- Kan vi avgöra om F styrker M och i vilken grad?

Test av medicin II

- Vi vill beräkna P(M|F).
- Vi försöker uppskatta sannolikheter i Bayes formel.
- P(F|M) = 1 verkar rimligt.
- P(F| inte M) verkar svårare. Gör gissningen 0,25
- P(M) är ännu knepigare. Om vi inte har någon information kan vi anta att P(M)=0,5.
- Det ger P(M|F) = 0,8.

Test av medicin III

- Antag att vi istället från början antar att $P(M) = 0,1$.
- Det ger $P(M|F) = 0,36$.
- I båda fallen ser vi att $P(M|F) > P(M)$.
- Vi kan använda denna relation för att definiera förstärkning.

Definition av förstärkning

- Vi har en hypotes H och en observation E.
- Vi säger att E styrker H om $P(H|E) > P(H)$.
- Vi säger att E försvagar H om $P(H|E) < P(H)$.

Andra sätt att uttrycka det på

- Vi antar att $0 < P(E) < 1$.
- E styrker H om $P(E|H)/P(E) > 1$, d.v.s. $P(E|H) > P(E)$.
- E försvagar H om $P(E|H)/P(E) < 1$, d.v.s. $P(E|H) < P(E)$
- Ännu ett sätt att uttrycka det är:
- E styrker H om $P(E|H) > P(E|$ inte $H)$.
- E försvagar H om $P(E|H) < P(E|$ inte $H)$.

Vetenskapliga data och observationer

- De tidigare observationerna har varit sådana att deras värden är sant/falskt.
- I andra sammanhang tilldelar man observationerna att numeriskt värde: observationerna E1, E2 ,… får värdena f(E1), f(E2), …
- Funktionen f definierar vilken typ av *skala* man använder.
- Vilken typ av skala man använder definierar vilken typ av information man objektivt kan läsa ut ur observationerna.

Typer av skala

- Ordinalskala: Relationer av typen $f(E1) < f(E2)$ är objektiva. En ordinalskala är bara en rangordning av observationerna.
- Kvotskala: Värdet $f(E2)/f(E1)$ är objektivt. En kvotskala förutsätts mäta en verklig storhet.
- Intervallskala: Värdet $(f(E2)-f(E0))/(f(E1)-f(E0))$ är objektivt. Typiskt exempel är temperaturskalor (utom Kelvins).

Användning av statistik

- Kunskap i statistik behövs för att
- Kunna avgöra storlek på mätfel
- För att kunna avgöra signifikansen hos resultatet av observationer
- För att veta hur experiment skall designas för att mäta det man är ute efter
- Vetenskapsteori måste därför kombineras med goda kunskaper i statistik

Observationer är beroende av teorier och förväntningar

- Tendensen är: ”Vi ser det vi tror vi skall se”.
- Rosenthals experiment: En gruppmedicinstuderande delas in i två grupper A, B. De skall intelligenstesta möss. De får varsin mussgrupp.
- Grupp A får reda på att deras möss är intelligentast. Grupp B får inte reda på något.
- Grupp A mäter att deras möss är intelligentare.
- Men A och B har fått samma typ av möss!
- A:s förväntning påverkar tydligen resultatet.
- Av detta skäl använder man helst s.k. *dubbelblindtest.*