Rannsóknir í félagsvísindum: Sjötta ráðstefna

Sjálfvirkar ályktanar í hagmælingum

Helgi Tómasson

mailto:helgito@hi.is

25. október 2005

Markmið þessa fyrirlestrar er að rekja sögu og kynna hugmyndafræði við gagnavinnslu.

Markmið þessa fyrirlestrar er að rekja sögu og kynna hugmyndafræði við gagnavinnslu.

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?
- Vel þekkt vinnubrögð

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?
- Vel þekkt vinnubrögð
- Box-Jenkins tímaraðagreining, rifjuð upp

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?
- Vel þekkt vinnubrögð
- Box-Jenkins tímaraðagreining, rifjuð upp
- Pre-test aðferðir

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?
- Vel þekkt vinnubrögð
- Box-Jenkins tímaraðagreining, rifjuð upp
- Pre-test aðferðir

  , algengur praxís

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?
- Vel þekkt vinnubrögð
- Box-Jenkins tímaraðagreining, rifjuð upp
- Pre-test aðferðir

  , algengur praxís
- Stein-aðferðir

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?
- Vel þekkt vinnubrögð
- Box-Jenkins tímaraðagreining, rifjuð upp
- Pre-test aðferðir

  , algengur praxís
- Stein-aðferðir

  , tengsl við empirical Bayes

1 Skipulag

- Hvað er sjálfvirkni?
- Vel þekkt vinnubrögð
- Box-Jenkins tímaraðagreining, rifjuð upp
- Pre-test aðferðir

  , algengur praxís
- Stein-aðferðir

  , tengsl við empirical Bayes

- General-to-specific(stepwise backward)

- General-to-specific(stepwise backward)

  Specific-to-general(stepwise forward)

- General-to-specific(stepwise backward)

  Specific-to-general(stepwise forward)

- Nútíma útfærslur hjá vel þekktum hagmælingamönnum

- General-to-specific(stepwise backward)
  Specific-to-general(stepwise forward)
- Nútíma útfærslur hjá vel þekktum hagmælingamönnum
- Fræðilegar hugleiðingar

- General-to-specific(stepwise backward)

  Specific-to-general(stepwise forward)
- Nútíma útfærslur hjá vel þekktum hagmælingamönnum
- Fræðilegar hugleiðingar

  sagan síðust 100-200 ár

- Hvað er sjálfvirk ályktunarfræði?

- Hvað er sjálfvirk ályktunarfræði?
- Öll gagnagreining byggir á tölfræðilegu líkani.

- Hvað er sjálfvirk ályktunarfræði?
- Öll gagnagreining byggir á tölfræðilegu líkani.
- Með sjálfvirkni er hér átt við algoritma sem velur líkan.

2 Box-Jenkins aðferðafræði

- Aðferðin gengur út á að meta tengsl í tíma til að reikna bestu spá

2 Box-Jenkins aðferðafræði

- Aðferðin gengur út á að meta tengsl í tíma til að reikna bestu spá
- Sjálfvirknin gengur út á finna ARIMA líkan sem hefur svipaðan tengslastrúktúr og virðist vera í gögnunum.
- Gangurinn í stuttu máli:
  1. Identification
  2. Estimation
  3. Diagnostics
  4. Forecasting

3 Box-Jenkins aðferðafræði

- Grunnurinn er $ARMA(p,q)$ líkan fyrir hreyfimynstur x_t.

$$(x_t - \mu) = \phi_1(x_{t-1} - \mu) + \cdots \phi_p(x_{t-p} - \mu) +$$
$$\varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \cdots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$
$$\varepsilon_t \quad \text{white-noise}$$

- Í skrefi 1 er valið heppilegt form af x_t t.d, að taka logaritma og giska á p og q.

3 Box-Jenkins aðferðafræði

- Grunnurinn er $ARMA(p, q)$ líkan fyrir hreyfimynstur x_t.

$$(x_t - \mu) = \phi_1(x_{t-1} - \mu) + \cdots \phi_p(x_{t-p} - \mu) +$$
$$\varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \cdots - \theta_q\varepsilon_{t-q}$$
$$\varepsilon_t \qquad \text{white-noise}$$

- Í skrefi 1 er valið heppilegt form af x_t t.d, að taka logaritma og giska á p og q.
- Í skrefi 2 eru stikarnir $\boldsymbol{\phi}, \boldsymbol{\theta}, \mu, \sigma$ metnir.

3 Box-Jenkins aðferðafræði

- Grunnurinn er $ARMA(p,q)$ líkan fyrir hreyfimynstur x_t.

$$(x_t - \mu) = \phi_1(x_{t-1} - \mu) + \cdots \phi_p(x_{t-p} - \mu) +$$
$$\varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \cdots - \theta_q\varepsilon_{t-q}$$
$$\varepsilon_t \qquad \text{white-noise}$$

- Í skrefi 1 er valið heppilegt form af x_t t.d, að taka logaritma og giska á p og q.
- Í skrefi 2 eru stikarnir $\boldsymbol{\phi}, \boldsymbol{\theta}, \mu, \sigma$ metnir.

- Í skrefi 3 voru metnir afgangsliðir, $\hat{\varepsilon}_t$, skoðaðir til að athuga hvernig til hefði tekist. Hugmyndin var að metnir afgangsliðir skuli hafa svipaða eiginleika og mælingar á hvítum hávaða. Þ.e. engin sjálffylgni, fastur varíans o.s.frv.

- Í skrefi 3 voru metnir afgangsliðir, $\hat{\varepsilon}_t$, skoðaðir til að athuga hvernig til hefði tekist. Hugmyndin var að metnir afgangsliðir skuli hafa svipaða eiginleika og mælingar á hvítum hávaða. Þ.e. engin sjálffylgni, fastur varíans o.s.frv.
- Ef niðurstaða úr skrefi 3 er ekki viðunandi er farið aftur í skref 1 annars er farið í skref 4 og líkanið notað til að reikna spá og álykta um nákvæmni hennar.

- Í skrefi 3 voru metnir afgangsliðir, $\hat{\varepsilon}_t$, skoðaðir til að athuga hvernig til hefði tekist. Hugmyndin var að metnir afgangsliðir skuli hafa svipaða eiginleika og mælingar á hvítum hávaða. Þ.e. engin sjálffylgni, fastur varíans o.s.frv.

- Ef niðurstaða úr skrefi 3 er ekki viðunandi er farið aftur í skref 1 annars er farið í skref 4 og líkanið notað til að reikna spá og álykta um nákvæmni hennar.

- Ljóst var að margar áhugaverðar raðir gætu ekki hafa orðið til sem mælingar á sístæðum ferlum. Þess vegna var skilgreindur möguleikinn $ARIMA$ (AR-Integrated-MA). Þ.e. að leyfð voru ósístæð ferli sem voru þannig að þegar tekinn er mismunur þá fæst sístætt ferli. Ferlið X_t er sagt $I(1)$, (e. integrated of order 1) ef Y_t:

$$Y_t = X_t - X_{t-1}$$

  er sístætt. Í skref 1 er síðan bætt við að ákvarða skuli d, þ.e. hve oft skuli taka mismun af röð.

- Box-Jenkins aðferðin er skipulegt fálm,

- Box-Jenkins aðferðin er skipulegt fálm, data-mining

- Box-Jenkins aðferðin er skipulegt fálm,

  data-mining

  gagnagröftur.

- Box-Jenkins aðferðin er skipulegt fálm,

  data-mining

  gagnagröftur.

- B og J voru vel meðvitaðir um þær hættur sem slíkt hefur í för með sér og settu því fram *principle-of-parsimony*, nískuprinsípið,

- Box-Jenkins aðferðin er skipulegt fálm,

  data-mining

  gagnagröftur.

- B og J voru vel meðvitaðir um þær hættur sem slíkt hefur í för með sér og settu því fram *principle-of-parsimony*, nískuprinsípið,

  þ.e að fjöldi metinna parametra $p + q$ skuli vera lítill.

Meiri formalismi

Meiri formalismi

- BJ er mikið AD-HOC.

Meiri formalismi

- BJ er mikið AD-HOC.
- Hugsanlegt að flétta saman test, þ.e. H_0:parameter=0, og metil

Meiri formalismi

- BJ er mikið AD-HOC.
- Hugsanlegt að flétta saman test, þ.e. H_0:parameter=0, og metil
- Það eru til fræði um „pre-test" metla þ.e. að búinn er til metill sem er samsettur úr prófi og t.d. LS-metli. Hugsum okkur einfalt línulegt líkan

Meiri formalismi

- BJ er mikið AD-HOC.
- Hugsanlegt að flétta saman test, þ.e. H_0:parameter=0, og metil
- Það eru til fræði um „pre-test" metla þ.e. að búinn er til metill sem er samsettur úr prófi og t.d. LS-metli. Hugsum okkur einfalt línulegt líkan

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad E(\boldsymbol{\varepsilon}) = \boldsymbol{0} \quad E(\boldsymbol{\varepsilon\varepsilon'}) = \sigma^2 \boldsymbol{I}$$

Ef kenningunni H_0 er ekki hafnað er notaður metillinn

$$\boldsymbol{b}^* = \boldsymbol{b} - (\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{R}'(\boldsymbol{R}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{R}')^{-1}(\boldsymbol{R}\boldsymbol{b} - \boldsymbol{r})$$

Þetta má skrifa sem einn metil á þann hátt að:

$$\tilde{\boldsymbol{\beta}} = I_{[0,c)}(u)\boldsymbol{b}^* + I_{[c,\infty)}(u)\boldsymbol{b}$$

Hér er u prófstærð sem segir til um hvort H_0 er hafnað og $I_{(s,r)}(u)$ er fall sem tekur gildið 1 ef $s < u < r$ og 0 annars.

Nú er eðlilegt að spyrja hvernig eru eiginleikar metilsins $\tilde{\boldsymbol{\beta}}$ borið saman við metilinn $\boldsymbol{b}$. Nærtækur mælikvarði á frammistöðu metla er Mean-Square-Error$=MSE$. Ef $\boldsymbol{X'X} = I_K$, þar sem I_K er K-vítt einingarfylki er auðvelt er að sjá að:

$$MSE(\boldsymbol{b}) = E(\boldsymbol{b} - \boldsymbol{\beta})'(\boldsymbol{b} - \boldsymbol{\beta}) = \sigma^2 K$$

Mun erfiðara er að leiða út $MSE(\tilde{\boldsymbol{\beta}})$. Judge og Bock (1978) leiða það út og ýmsa aðra eiginleika pre-test metilsins. MSE er að því leyti heppilegur gæðamælikvarði á metla að hann hefur bæði stjórn á hlutdrægni (e. bias) og breytileika (e. variance).

$$MSE = bias^2 + variance$$

Ef MSE fallið fyrir pre-test metilinn er teiknað sem fall af fráviki frá H_0 þá sést að nálægt H_0 þá er pre-test metillinn betri en OLS, þ.e. hlutdrægnin er það lítil að tapið vegna hennar vinnst upp af minni breytileika. Síðan kemur svæði þar sem tapið vegna hlutdrægni verður mikið og þegar frávik frá H_0 er stórt þá er H_0 nánast alltaf hafnað og þar með MSE nánast það sama og fyrir OLS.

Stein aðferðir

- Pre-test atferlið er hlutdrægni í átt að H_0.

Stein aðferðir

- Pre-test atferlið er hlutdrægni í átt að H_0.
- Menn héldu lengi að fyrir línulegt líkan væri ekki hægt að finna metil sem hefði lægri MSE en least-squares metill

Stein aðferðir

- Pre-test atferlið er hlutdrægni í átt að H_0.
- Menn héldu lengi að fyrir línulegt líkan væri ekki hægt að finna metil sem hefði lægri MSE en least-squares metill
- Það kom því á óvart þegar Stein(1956) sýndi fram á tilvist slíks metils.

Stein aðferðir

- Pre-test atferlið er hlutdrægni í átt að H_0.
- Menn héldu lengi að fyrir línulegt líkan væri ekki hægt að finna metil sem hefði lægri MSE en least-squares metill
- Það kom því á óvart þegar Stein(1956) sýndi fram á tilvist slíks metils.
- Skömmu síðar fannst slíkur metill (James og Stein(1961)).

Stein aðferðir

- Pre-test atferlið er hlutdrægni í átt að H_0.
- Menn héldu lengi að fyrir línulegt líkan væri ekki hægt að finna metil sem hefði lægri MSE en least-squares metill
- Það kom því á óvart þegar Stein(1956) sýndi fram á tilvist slíks metils.
- Skömmu síðar fannst slíkur metill (James og Stein(1961)).

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{JS} = (1 - a/\boldsymbol{b}'\boldsymbol{b})\boldsymbol{b} \tag{1}$$

Þ.e. OLS metillinn er minnkaður aðeins. Ef $\sigma = 1$ má t.d. nota $a = K - 2$.

Empirical Bayes aðferðir

- E.t.v. er erfitt að sjá hvernig mönnum datt þetta í hug.

Empirical Bayes aðferðir

- E.t.v. er erfitt að sjá hvernig mönnum datt þetta í hug.
- Hægt er að rökstyðja formúlu (1) með reglu Bayes.

$$\boldsymbol{\theta} \sim N(\mathbf{0}, \tau^2 I_K) \quad \text{a priori vissa um } \boldsymbol{\theta} \tag{2}$$

$$\boldsymbol{Z}|\boldsymbol{\theta} \sim N(\boldsymbol{\theta}, \sigma^2 I_K) \tag{3}$$

líkan fyrir mælingu, Ef gert er ráð fyrir að $\sigma = 1$

þá er vissa að lokinni mælingu samkvæmt reglu Bayes

$$\theta|\boldsymbol{Z} \sim N(\boldsymbol{Z}(1 - 1/(\tau^2 + 1)), I_K/(1 + \tau^{-2})) \tag{4}$$

$$E(1/\chi^2(K)) = 1/(K-2)$$

$$\text{þ.e.}$$

$$E((K-2)/\boldsymbol{Z}'\boldsymbol{Z}) = 1/(\tau^2+1) \tag{5}$$

Væntanlegt gildi bayes-metilsins í jöfnu (4) er:

$$\boldsymbol{Z}(1 - 1/(\tau^2+1))$$

Ef τ er óþekkt og metið með jöfnu (5) fæst:

$$\hat{\boldsymbol{\theta}}_{EB} = (1 - (K-2)/\boldsymbol{Z}'\boldsymbol{Z})\boldsymbol{Z}$$

sem er hliðstætt James-Stein metlinum (1).

Í þessu dæmi var sett fram a priori dreifing með miðpunt í $\mathbf{0}$. Ljóst er að fyrir línuleg líkön er auðvelt að setja fram hlutdrægni fyrir hvað punkt sem er og einnig um skilyrt tengsl einstakra hnita í $\boldsymbol{\theta}$

Upplýsingamælikvarðar

- Í línulegum líkönum þá ræðst flækjustigið af fjölda skýribreyta

Upplýsingamælikvarðar

- Í línulegum líkönum þá ræðst flækjustigið af fjölda skýribreyta
- Fyrir ólínuleg likön þá hafa menn stungið upp á

$$AIC = -log(f(\boldsymbol{X}|\hat{\boldsymbol{\theta}})) + K$$

$$BIC = -log(f(\boldsymbol{X}|\hat{\boldsymbol{\theta}})) + \frac{K}{2}log(n)$$

$$MDL(FIA) = -log(f(\boldsymbol{X}|\hat{\boldsymbol{\theta}})) + \underbrace{\frac{K}{2}log(\frac{n}{2\pi})}_{A} + \underbrace{log(\int \sqrt{\det(I(\boldsymbol{\theta}}}_{B}$$

MDL er hugtak sem er notað í upplýsingafræði (e. information-theory). MDL er náskylt mælikvarða sem er kallaður stochastic-complexity, SC. SC er gefið með

$$SC = -log(f(\boldsymbol{X}|\hat{\boldsymbol{\theta}})) + \int f(\boldsymbol{X}|\hat{\boldsymbol{\theta}})d\boldsymbol{X}$$

SC er nánast ómögulegt í hagnýtum rannsóknum því að heilda þarf yfir rúm sem er af sömu vídd og fjöldi mælinga.

$$E(y|x) = \alpha + \beta x$$

er einfaldara en

$$E(y|x) = \alpha + \beta x$$

er einfaldara en

$$E(y|x) = sin(cos(\alpha x))^{\alpha} e^{-\beta x} / x^{\beta}$$

Nútíma umræða

- Í 20 ára afmælishefti Econometric Theory er fjallað um sjálfvirka ályktunarfræði.

Nútíma umræða

- Í 20 ára afmælishefti Econometric Theory er fjallað um sjálfvirka ályktunarfræði.
- Í ritstjórnargrein vitnar P.C.P. Phillips í Judge og Bock (1978) og telur að lítið hafi gerst síðan þá.

Nútíma umræða

- Í 20 ára afmælishefti Econometric Theory er fjallað um sjálfvirka ályktunarfræði.
- Í ritstjórnargrein vitnar P.C.P. Phillips í Judge og Bock (1978) og telur að lítið hafi gerst síðan þá.
- Pötsher (1991 og síðar) sannar nokkur „impossibility theorem". Þau kveða á um það sé ekki hægt að finna sannleikann með data-mining nema að leitarrúmið sé afmarkað. T.d. að líkanið sé línulegt í einhverjum skilningi.

- Niðurstöður Pötschers minna á ritdeilur Fischers og Neyman-Pearson milli 1920 og 1940 um kenningaprófanir.

- Niðurstöður Pötschers minna á ritdeilur Fischers og Neyman-Pearson milli 1920 og 1940 um kenningaprófanir.

- Fischer lagði megin áherslu H_0 en Neyman og Pearson lögðu áherslu á að það þyrfti að vera til stefna um hvað skyldi gera ef H_0 væri hafnað og því þyrfti H_1 að vera sæmilega vel afmarkað.

- Niðurstöður Pötschers minna á ritdeilur Fischers og Neyman-Pearson milli 1920 og 1940 um kenningaprófanir.
- Fischer lagði megin áherslu H_0 en Neyman og Pearson lögðu áherslu á að það þyrfti að vera til stefna um hvað skyldi gera ef H_0 væri hafnað og því þyrfti H_1 að vera sæmilega vel afmarkað.
- Econometría er Fischerísk tölfræði

- Niðurstöður Pötschers minna á ritdeilur Fischers og Neyman-Pearson milli 1920 og 1940 um kenningaprófanir.
- Fischer lagði megin áherslu H_0 en Neyman og Pearson lögðu áherslu á að það þyrfti að vera til stefna um hvað skyldi gera ef H_0 væri hafnað og því þyrfti H_1 að vera sæmilega vel afmarkað.
- Econometría er Fischerísk tölfræði
- Trú manna á gangsemi econometríu hefur þróast.

- Niðurstöður Pötschers minna á ritdeilur Fischers og Neyman-Pearson milli 1920 og 1940 um kenningaprófanir.
- Fischer lagði megin áherslu H_0 en Neyman og Pearson lögðu áherslu á að það þyrfti að vera til stefna um hvað skyldi gera ef H_0 væri hafnað og því þyrfti H_1 að vera sæmilega vel afmarkað.
- Econometría er Fischerísk tölfræði
- Trú manna á gangsemi econometríu hefur þróast.
- Leontief(1948): *considerable progress has been achieved in recent years towards the understanding of proper and improper application of statistical procedures to economic analysis*

- 20 árum síðar segir Leontief(1971):

- 20 árum síðar segir Leontief(1971):

  in no other field of empirical inquiry has so massive and sophisticated a statistical machinery been used with such indifferent results. Nevertheless, theorists continue to turn out model after model and mathematical statisticians to devise complicated procedures one after another

Nokkrar tæknilegar útfærslur

- PCGETS (Hendry ofl.) Stepwise backward, general-to-specific

Nokkrar tæknilegar útfærslur

- PCGETS (Hendry ofl.) Stepwise backward, general-to-specific
- RETINA (White ofl.) Stepwise-foreward, specific-to-general (neural-network)

Nokkrar tæknilegar útfærslur

- PCGETS (Hendry ofl.) Stepwise backward, general-to-specific
- RETINA (White ofl.) Stepwise-foreward, specific-to-general (neural-network)
- Hugmyndafræði Phillips (ritstjóri Econometric Theory) liggur að baki http://www.covec.co.nz/predicta

PCGETS

1. Met og próf GUM
   a) Ef allar breytur marktækar þá er GUM lokalíkanið: Líkanasmíð lokið
   b) Ef diagnostic próf bendir til efa um GUM, þá er marktæknistig aðlagað eða prófið eða prófið fjarlægt úr einföldunarferli GUM
   c) Annars, farið inn á leitarbrautir með því að fjarlægja ómarktækar breytu eða breytur
2. Leitarbrautir
   a) Ef líkan fellur á diagnostic prófi, þá er hætt á viðkomandi braut og síðasta nothæfa líkan notað

i. Ef ekki er hægt að minnka síðasta samþykkta líkan, þá er það lokalíkanið á braut.

ii. Annars er breytan sem var fjarlægð síðast sett aftur í líkan, og haldið áfram á braut með því að fjarlægja þá breytu sem er næstminnst marktæk

b) Ef líkan stenst öll próf, en ein eða fleiri breyta er ekki marktæk, þá er minnst marktæka breytan fjarlægð, ef það líkan sem þá kemur út hefur þegar verið prófað er leit hætt

c) Ef líkan stendst öll diagnostic próf, allar breytur eru marktækar, þá er líkanið lokaáfangi á þessari braut

Nokkur svona skref í viðbót.

RETINA

1. Skref 0 undirbúningur
   a) 1) Röðun og gagnagerð
      i. a) Bý til ummyndanir á breytum
      ii. b) Skipti gögnum í 3 hluta
2. Skref 1 Greining á grunnlíkani
   a) Nota gögn úr 1. hluta
      i. Raða ummynduðum breytum í mikilvægisröð
      ii. Tek inn breytu sem hafa ekki of mikla fylgni við þær breytur sem fyrir eru
      iii. Fjöldi af breytum ákvarðast af hver mikill marglínuleiki var leyfður

3. Nota bæði gögn úr 1. og 2. hluta

   a) Metið líkönin úr skrefi 1 með gögnum úr 1. hluta og reiknið t.d. MSE á gögnum úr 2. hluta

   b) Veljið það líkan sem stendur sig best out-of-sample

4. Notið gögn úr 2. og 3. hluta

   a) Leita að nískulegasta líkaninu

   b) Notið það líkan sem stendur sig best á 3. hluta gagna.

5. Endurtakið skref 1 og 2 með því að breyta hlutverki hlutúrtakanna

6. Veljið það líkan sem stendur sig best í öllu úrtakinu

O.s.frv. Einn hluti notaður til að meta, annar hluti til að prófa, þriðji til að mæla getu líkans.

Lokaorð

- Tölfræðin hefur ekki enn gert upp deilur Fischers annnars vegar og Neyman-Pearson hins vegar.

Lokaorð

- Tölfræðin hefur ekki enn gert upp deilur Fischers annnars vegar og Neyman-Pearson hins vegar.
- Hugsanlega leiða ,,impossibility theorem'' til þess að Neyman-Pearson stefnan verði meira áberandi., þ.e. að takmarka valkostinn.
- Econometría fer e.t.v. meira í átt að læra af gögnum en áður.

Lokaorð

- Tölfræðin hefur ekki enn gert upp deilur Fischers annnars vegar og Neyman-Pearson hins vegar.
- Hugsanlega leiða „impossibility theorem" til þess að Neyman-Pearson stefnan verði meira áberandi., þ.e. að takmarka valkostinn.
- Econometría fer e.t.v. meira í átt að læra af gögnum en áður.
- Framfarir í tölvutækni hafa gert leit að líkani miklu auðveldari en var.

Lokaorð

- Tölfræðin hefur ekki enn gert upp deilur Fischers annnars vegar og Neyman-Pearson hins vegar.
- Hugsanlega leiða „impossibility theorem" til þess að Neyman-Pearson stefnan verði meira áberandi., þ.e. að takmarka valkostinn.
- Econometría fer e.t.v. meira í átt að læra af gögnum en áður.
- Framfarir í tölvutækni hafa gert leit að líkani miklu auðveldari en var.
- Bayesísku mælikvarðarnir geta komið að notum við útleiðslu tölfræðistrategíum

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.

- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

  control model

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

  control model

  predictive model

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

  control model

  predictive model
- Líkan ætti einnig að vera mögulegt

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

  control model

  predictive model
- Líkan ætti einnig að vera mögulegt túlkanlegt

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

  control model

  predictive model
- Líkan ætti einnig að vera mögulegt

  túlkanlegt

  geta skýrt eitthvað

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

  control model

  predictive model
- Líkan ætti einnig að vera mögulegt

  túlkanlegt

  geta skýrt eitthvað

  hrekjanlegt

- Við eigum eftir að sjá meira af hreinum bayesískum strategíum.
- Draper og Smith (1966) sögðu að menn skyldu hafa í huga til hvers ætti að nota líkanið.

  Functional model

  control model

  predictive model
- Líkan ætti einnig að vera mögulegt

  túlkanlegt

  geta skýrt eitthvað

  hrekjanlegt
- Öll líkön er röng en sum eru gagnleg (Box, 1978).

Rannsóknir í félagsvísindum: Fimmta ráðstefna