

*Saga hagrannsóknna (econometrics):  
Geta verðbréfasérfræðingar spáð?*

Helgi Tómasson

26. mars 2008.

# *Skipulag erindis*

# *Skipulag erindis*

1.

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnútímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði
4. Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnútímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði
4. Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal
5. Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.



## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnútímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði
4. Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal
5. Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.
6. Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnútímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði
4. Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal
5. Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.
6. Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles
7. Likelihood teoría, R.A. Fischer

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnútímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði
4. Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal
5. Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.
6. Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles
7. Likelihood teoría, R.A. Fischer
8. Bootstrapping, B, Efron

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði
4. Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal
5. Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.
6. Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles
7. Likelihood teoría, R.A. Fischer
8. Bootstrapping, B, Efron
9. Nútíma líkön af fjármálamörkuðum

## *Skipulag erindis*

1. Forsaga, tölfræði á 19. öld og til ca. 1920
2. Ýmsir menn, Pearson(eldri), Fisher, Pearson (yngri), Neyman
3. Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði
4. Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal
5. Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.
6. Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles
7. Likelihood teoría, R.A. Fischer
8. Bootstrapping, B, Efron
9. Nútíma líkön af fjármálamörkuðum
10. Lokahugleiðingar

# *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

# *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1.

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír



## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrapappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar
3. K. Pearson stofnar tímaritið *Biometrika*, ca. 1900

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar
3. K. Pearson stofnar tímaritið *Biometrika*, ca. 1900
4. Nálgun K. Pearson fyrst og fremst: Tölfræði er tól til að lýsa gögnum (curve-fitting)

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar
3. K. Pearson stofnar tímaritið *Biometrika*, ca. 1900
4. Nálgun K. Pearson fyrst og fremst: Tölfræði er tól til að lýsa gögnum (curve-fitting)
5. R.A. Fisher breytir hugmyndafræðinni upp úr 1920: Tölfræði er tól til að álykta um heiminn

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar
3. K. Pearson stofnar tímaritið *Biometrika*, ca. 1900
4. Nálgun K. Pearson fyrst og fremst: Tölfræði er tól til að lýsa gögnum (curve-fitting)
5. R.A. Fisher breytir hugmyndafræðinni upp úr 1920: Tölfræði er tól til að álykta um heiminn
6. Nálgun Fisher byggir á líkindafræði. Hann finnur upp likelihood teoríu

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar
3. K. Pearson stofnar tímaritið *Biometrika*, ca. 1900
4. Nálgun K. Pearson fyrst og fremst: Tölfræði er tól til að lýsa gögnum (curve-fitting)
5. R.A. Fisher breytir hugmyndafræðinni upp úr 1920: Tölfræði er tól til að álykta um heiminn
6. Nálgun Fisher byggir á líkindafræði. Hann finnur upp likelihood teoríu
7. Það eru deilur á milli K. Pearson of R.A. Fisher. Pearson áttar sig ekki á að Fisher hefur breytt leikreglunum (sjá t.d. Spanos)

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar
3. K. Pearson stofnar tímaritið *Biometrika*, ca. 1900
4. Nálgun K. Pearson fyrst og fremst: Tölfræði er tól til að lýsa gögnum (curve-fitting)
5. R.A. Fisher breytir hugmyndafræðinni upp úr 1920: Tölfræði er tól til að álykta um heiminn
6. Nálgun Fisher byggir á líkindafræði. Hann finnur upp likelihood teoríu
7. Það eru deilur á milli K. Pearson of R.A. Fisher. Pearson áttar sig ekki á að Fisher hefur breytt leikreglum (sjá t.d. Spanos)
8. E.S. Pearson og J. Neyman þróa hugsunarhátt við kenninga prófanir (Neyman-Pearson Lemma)

## *Forsaga, fram að 1920, ýmsir menn*

1. Gagnameðferð: Curve-fitting, með millimetrappír
2. Líkindafræði og rúmfræði þróast sem sjálfstæðar stærðfræðigreinar
3. K. Pearson stofnar tímaritið *Biometrika*, ca. 1900
4. Nálgun K. Pearson fyrst og fremst: Tölfræði er tól til að lýsa gögnum (curve-fitting)
5. R.A. Fisher breytir hugmyndafræðinni upp úr 1920: Tölfræði er tól til að álykta um heiminn
6. Nálgun Fisher byggir á líkindafræði. Hann finnur upp likelihood teoríu
7. Það eru deilur á milli K. Pearson og R.A. Fisher. Pearson áttar sig ekki á að Fisher hefur breytt leikreglunum (sjá t.d. Spanos)
8. E.S. Pearson og J. Neyman þróa hugsunarhátt við kenninga prófanir (Neyman-Pearson Lemma)
9. Pearson og Neyman deila við Fisher um hvernig skuli túlka útkomur úr kenninga prófunum, p-gildi o.s.frv.



# *Upphafnútímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði*

1.

# *Upphafnútímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði*

1. Hvað er likelihood-teoría?

## *Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði*

1. Hvað er likelihood-teoría? Sett er fram líkan, þ.e. líkindadreifing sem gerir ráð fyrir að mælingarnar,  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)'$  séu útkomur úr random vektor,  $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)'$ . Þéttifall (density function  $\mathbf{X}$ ) er  $f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$

## *Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði*

1. Hvað er likelihood-teoría? Sett er fram líkan, þ.e. líkindadreifing sem gerir ráð fyrir að mælingarnar,  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)'$  séu útkomur úr random vektor,  $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)'$ . Þéttifall (density function  $\mathbf{X}$ ) er  $f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$
2. Hugmynd Fishers var að finna það gildi á  $\boldsymbol{\theta}$  sem hámarkar  $L(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{x}) = f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$ .

## Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði

1. Hvað er likelihood-teoría? Sett er fram líkan, þ.e. líkindadreifing sem gerir ráð fyrir að mælingarnar,  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)'$  séu útkomur úr random vektor,  $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)'$ . Þéttifall (density function  $\mathbf{X}$ ) er  $f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$
2. Hugmynd Fishers var að finna það gildi á  $\boldsymbol{\theta}$  sem hámarkar  $L(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{x}) = f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$ .
3. Lausn hámrökunarvandans  $\hat{\boldsymbol{\theta}}_{ML}$  er síðan notað sem ágiskun á sanna gildið  $\boldsymbol{\theta}$ .

## Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði

1. Hvað er likelihood-teoría? Sett er fram líkan, þ.e. líkindadreifing sem gerir ráð fyrir að mælingarnar,  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)'$  séu útkomur úr random vektor,  $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)'$ . Þéttifall (density function  $\mathbf{X}$ ) er  $f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$
2. Hugmynd Fishers var að finna það gildi á  $\boldsymbol{\theta}$  sem hámarkar  $L(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{x}) = f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$ .
3. Lausn hámrökunarvandans  $\hat{\boldsymbol{\theta}}_{ML}$  er síðan notað sem ágiskun á sanna gildið  $\boldsymbol{\theta}$ .
4. Þessi nálgun hefur ýmsa „optimality“-eiginleika.

## Upphafnúttímatölfræði, nálgun byggð á líkindafræði í stað rúmfræði

1. Hvað er likelihood-teoría? Sett er fram líkan, þ.e. líkindadreifing sem gerir ráð fyrir að mælingarnar,  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)'$  séu útkomur úr random vektor,  $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)'$ . Þéttifall (density function  $\mathbf{X}$ ) er  $f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$
2. Hugmynd Fishers var að finna það gildi á  $\boldsymbol{\theta}$  sem hámarkar  $L(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{x}) = f(\mathbf{x}|\boldsymbol{\theta})$ .
3. Lausn hámrökunarvandans  $\hat{\boldsymbol{\theta}}_{ML}$  er síðan notað sem ágiskun á sanna gildið  $\boldsymbol{\theta}$ .
4. Þessi nálgun hefur ýmsa „optimality“-eiginleika.
5. Notkun Fishers á likelihood-fallinu (ca. 1920) má bera saman við notkun Laplace (ca. 1800) og nútíma Bayes-ista á posterior líkindadreifingu.

# *Verðbréfaögn og ritstjórn Wall Street Journal*

1.



# *Verðbréfabögn og ritstjórn Wall Street Journal*

1. NYSE og Wall Street Journal stofnað á 19. öld

## *Verðbréfastjórn og ritstjórn Wall Street Journal*

1. NYSE og Wall Street Journal stofnað á 19. öld
2. Hamilton tekur við ritstjórn 1902 af stofnandanum Dow

## *Verðbréfaögn og ritstjórn Wall Steet Journal*

1. NYSE og Wall Street Journal stofnað á 19. öld
2. Hamilton tekur við ritstjórn 1902 af stofnandanum Dow
3. Hamilton er ritstjóri í 27 ár og skrifar reglulega um markaðinn. Hann er meðlimur í Royal Statistical Society

## *Verðbréfaögn og ritstjórn Wall Steet Journal*

1. NYSE og Wall Street Journal stofnað á 19. öld
2. Hamilton tekur við ritstjórn 1902 af stofnandanum Dow
3. Hamilton er ritstjóri í 27 ár og skrifar reglulega um markaðinn.  
Hann er meðlimur í Royal Statistical Society
4. Hans greiningar þóttu skynsamlegar.

## *Verðbréfaögn og ritstjórn Wall Street Journal*

1. NYSE og Wall Street Journal stofnað á 19. öld
2. Hamilton tekur við ritstjórn 1902 af stofnandanum Dow
3. Hamilton er ritstjóri í 27 ár og skrifar reglulega um markaðinn.  
Hann er meðlimur í Royal Statistical Society
4. Hans greiningar þóttu skynsamlegar.
5. Hann sagðist nota aðferðir fyrrirennara síns (Dow).

## *Verðbréfaögn og ritstjórn Wall Street Journal*

1. NYSE og Wall Street Journal stofnað á 19. öld
2. Hamilton tekur við ritstjórn 1902 af stofnandanum Dow
3. Hamilton er ritstjóri í 27 ár og skrifar reglulega um markaðinn. Hann er meðlimur í Royal Statistical Society
4. Hans greiningar þóttu skynsamlegar.
5. Hann sagðist nota aðferðir fyrrirennara síns (Dow).
6. Hef lesið að margir hafi reynt að formúlera þetta. Þekki ekki konkret dæmi

# *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

# *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

1.



## *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

1. A. Cowles III var businessmaður í Colorado Springs

## *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

1. A. Cowles III var businessmaður í Colorado Springs
2. Hann var verðbréfaspekúlant og taldi þörf á rökréttri hugsun og formalisma eftir hrunið á markaðnum 1929.

## *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

1. A. Cowles III var businessmaður í Colorado Springs
2. Hann var verðbréfaspekúlant og taldi þörf á rökréttri hugsun og formalisma eftir hrunið á markaðnum 1929.
3. Í desember 1930 hélt hann fund (12 Ameríkanar, 4 Evrópumenn) í Cleveland með American Economic Association, American Statistical Association og deild K í American Association for Advancement of Science

## *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

1. A. Cowles III var businessmaður í Colorado Springs
2. Hann var verðbréfaspekúlant og taldi þörf á rökréttri hugsun og formalisma eftir hrunið á markaðnum 1929.
3. Í desember 1930 hélt hann fund (12 Ameríkanar, 4 Evrópumenn) í Cleveland með American Economic Association, American Statistical Association og deild K í American Association for Advancement of Science
4. Meðal fundarmanna er t.d. R. Frisch (Norðmaður)

## *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

1. A. Cowles III var businessmaður í Colorado Springs
2. Hann var verðbréfaspekúlant og taldi þörf á rökréttri hugsun og formalisma eftir hrunið á markaðnum 1929.
3. Í desember 1930 hélt hann fund (12 Ameríkanar, 4 Evrópumenn) í Cleveland með American Economic Association, American Statistical Association og deild K í American Association for Advancement of Science
4. Meðal fundarmanna er t.d. R. Frisch (Norðmaður)
5. Econometric Society er stofnað og heldur sinn fyrsta fund í Sviss 1931.

## *Econometría verður til Cowles, Frisch ofl.*

1. A. Cowles III var businessmaður í Colorado Springs
2. Hann var verðbréfaspekúlant og taldi þörf á rökréttri hugsun og formalisma eftir hrunið á markaðnum 1929.
3. Í desember 1930 hélt hann fund (12 Ameríkanar, 4 Evrópumenn) í Cleveland með American Economic Association, American Statistical Association og deild K í American Association for Advancement of Science
4. Meðal fundarmanna er t.d. R. Frisch (Norðmaður)
5. Econometric Society er stofnað og heldur sinn fyrsta fund í Sviss 1931.
6. Cowles hafði mikinn áhuga á spám og atvinnuspámönnum. Hann hættir að selja spár 1931 og segist bara ekki vita nóg um kraftana sem stýra markaðnum. Hann segist ætla að læra meira um þetta með rannsóknarstarfsemi áður en hann tjáir sig frekar.

prediction of the ground true differences based on it would be statistically inconclusive. For the correlation test therefore, Forecasters Number 2, 3, 22 and 24 were chosen as representing the best and the worst whose records covered the entire period under analysis. The weekly forecasts of each of these four were correlated with the first differences

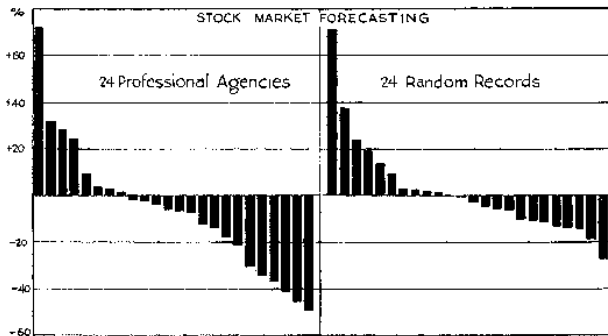


FIGURE 1

of the logarithms of the stock market averages over  $4\frac{1}{2}$  years. Forecaster Number 2 had a correlation coefficient of .151; Forecaster Number 3, of .197; and Forecasters Number 22 and 24, of  $-.124$  and  $-.132$

# *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*



# *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*

1.

# *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*

1. Grein Cowles birtist í 3. hefti fyrsta árgangs *Econometrica*

## *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*

1. Grein Cowles birtist í 3. hefti fyrsta árgangs *Econometrica*
2. Hún er athygliverð fyrir mjög margt

## *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*

1. Grein Cowles birtist í 3. hefti fyrsta árgangs *Econometrica*
2. Hún er athygliverð fyrir mjög margt
3. Í fyrsta lagi er reikningshaldsleg (bókhaldsleg) niðurstaða um frammistöðu nokkurra hópa sem spá á verðbréfamarkaði

## *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*

1. Grein Cowles birtist í 3. hefti fyrsta árgangs *Econometrica*
2. Hún er athygliverð fyrir mjög margt
3. Í fyrsta lagi er reikningshaldsleg (bókhaldsleg) niðurstaða um frammistöðu nokkurra hópa sem spá á verðbréfamarkaði
4. Miklu merkilegra er þó að í greininni kemur fram sú kenning að spámennirnir geti ekki spáð vegna hagfræðilegra lögmála og að þau lögmál megi setja fram með líkindafræði (random-walk)

## *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*

1. Grein Cowles birtist í 3. hefti fyrsta árgangs *Econometrica*
2. Hún er athygliverð fyrir mjög margt
3. Í fyrsta lagi er reikningshaldsleg (bókhaldsleg) niðurstaða um frammistöðu nokkurra hópa sem spá á verðbréfamarkaði
4. Miklu merkilegra er þó að í greininni kemur fram sú kenning að spámennirnir geti ekki spáð vegna hagfræðilegra lögmála og að þau lögmál megi setja fram með líkindafræði (random-walk)
5. Alhæfingin er í anda Fisher-tölfræði, en aðferðin (stokka spilin) hefur síðar verið verið þróuð undir nafninu „bootstrap”

## *Random-walk, efficient-market-hypothesis, Cowles*

1. Grein Cowles birtist í 3. hefti fyrsta árgangs *Econometrica*
2. Hún er athygliverð fyrir mjög margt
3. Í fyrsta lagi er reikningshaldsleg (bókhaldsleg) niðurstaða um frammistöðu nokkurra hópa sem spá á verðbréfamarkaði
4. Miklu merkilegra er þó að í greininni kemur fram sú kenning að spámennirnir geti ekki spáð vegna hagfræðilegra lögmála og að þau lögmál megi setja fram með líkindafræði (random-walk)
5. Alhæfingin er í anda Fisher-tölfræði, en aðferðin (stokka spilin) hefur síðar verið verið þróuð undir nafninu „bootstrap”
6. Bootstrap var fundin upp sem valkostur við likelihood ályktanir (resampling aðferðir). Mikilvægt nafn á því sviði er Efron.

# *Likelihood teoría, R.A. Fisher*



# *Likelihood teoría, R.A. Fisher*

1.

## Likelihood teoría, R.A. Fisher

1.  $\hat{\theta}_{ML}$  hefur þann eiginleika að:

$$\hat{\theta}_{ML} \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{d} N(\theta, I_{\theta}^{-1})$$

þar sem  $I_{\theta}$  er upplýsingafylkið:

$$I_{\theta} = E \left( - \frac{\partial^2 \log(L(\theta|X))}{\partial \theta \partial \theta'} \right)$$

## Likelihood teoría, R.A. Fisher

1.  $\hat{\theta}_{ML}$  hefur þann eiginleika að:

$$\hat{\theta}_{ML} \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{d} N(\theta, I_{\theta}^{-1})$$

þar sem  $I_{\theta}$  er upplýsingafylkið:

$$I_{\theta} = E \left( - \frac{\partial^2 \log(L(\theta|X))}{\partial \theta \partial \theta'} \right)$$

2.  $ML$ -aðferðin er líka efficient. Þetta gildir ef „regularity” skilyrði eru uppfyllt.

# *Bootstrapping, B, Efron*

# *Bootstrapping, B, Efron*

1.

## *Bootstrapping, B, Efron*

1. Optimality *ML* er „large-sample“ niðurstaða, „small-sample“ eiginleikar oftast óþekktir

## *Bootstrapping, B, Efron*

1. Optimality *ML* er „large-sample” niðurstaða, „small-sample” eiginleikar oftast óþekktir
2. Nauðsynlegt er að skilgreina líkindadreifinguna. MM, quasi-*ML* leyfa slökun á þessu en bjóða einungis upp á „large-sample” niðurstöður

## *Bootstrapping, B, Efron*

1. Optimality *ML* er „large-sample” niðurstaða, „small-sample” eiginleikar oftast óþekktir
2. Nauðsynlegt er að skilgreina líkindadreifinguna. *MM*, quasi-*ML* leyfa slökun á þessu en bjóða einungis upp á „large-sample” niðurstöður
3. Það að stokka eins og Cowles gerði hefur verið þróað undir heitinu „bootstrap”. Hugmyndin gengur út á að meta dreifinguna með „resampling” (stokkun). Efron setur þetta formlega upp í grein (1979). Efron var einnig hugleikið hvernig greina mætti í sundur heppni og snilli og lýsti aðferðum sínum með gögnum úr baseball.



# *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

# *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1.

## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, V(\varepsilon_t) = \sigma^2, E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, \quad V(\varepsilon_t) = \sigma^2, \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

2. Það hefur verið í tísku að gerað ráð fyrir að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.

## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, \quad V(\varepsilon_t) = \sigma^2, \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

2. Það hefur verið í tísku að gerað ráð fyrir að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
3. Slíkt hefur verið hugleitt í samanbandi við áhættustjórnun.

## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, \quad V(\varepsilon_t) = \sigma^2, \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

2. Það hefur verið í tísku að gerað ráð fyrir að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
3. Slíkt hefur verið hugleitt í samanbandi við áhættustjórnun.
4. Brown(1998) segir. OK Hamilton gat ekki spáð betri ávöxtun en meðalindex, en áhættustjórnun hjá honum var betri.

## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, \quad V(\varepsilon_t) = \sigma^2, \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

2. Það hefur verið í tísku að gerað ráð fyrir að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
3. Slíkt hefur verið hugleitt í samanbandi við áhættustjórnun.
4. Brown(1998) segir. OK Hamilton gat ekki spáð betri ávöxtun en meðalindex, en áhættustjórnun hjá honum var betri.
5. Þetta hefur gefið líkönum eins og ARCH/GARCH flug því að það virðist sem að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.

## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, \quad V(\varepsilon_t) = \sigma^2, \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

2. Það hefur verið í tísku að gerað ráð fyrir að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
3. Slíkt hefur verið hugleitt í samanbandi við áhættustjórnun.
4. Brown(1998) segir. OK Hamilton gat ekki spáð betri ávöxtun en meðalindex, en áhættustjórnun hjá honum var betri.
5. Þetta hefur gefið líkönum eins og ARCH/GARCH flug því að það virðist sem að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
6. Market-microstructure hefur orðið vinsæl grein.  
Skráningaraðferðir geta haft áhrif á strúktúr mælinga. T.d. ef dagleg hreyfing fylgir random-walk þá gerir mánaðarmeðaltal það ekki.



## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, V(\varepsilon_t) = \sigma^2, E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

2. Það hefur verið í tísku að gerað ráð fyrir að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
3. Slíkt hefur verið hugleitt í samanbandi við áhættustjórnun.
4. Brown(1998) segir. OK Hamilton gat ekki spáð betri ávöxtun en meðalindex, en áhættustjórnun hjá honum var betri.
5. Þetta hefur gefið líkönum eins og ARCH/GARCH flug því að það virðist sem að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
6. Market-microstructure hefur orðið vinsæl grein. Skráningaraðferðir geta haft áhrif á strúktúr mælinga. T.d. ef dagleg hreyfing fylgir random-walk þá gerir mánaðarmeðaltal það ekki.
7. Stærðfræðileg líkön í samfelldum tíma hafa orðið vinsæl

## *Nútíma líkön af fjármálamörkuðum*

1. Cowles gefur til kynna „efficient-market-hypothesis” með random-walk:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad E(\varepsilon_t) = 0, \quad V(\varepsilon_t) = \sigma^2, \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 \text{ ef } t \neq s.$$

2. Það hefur verið í tísku að gerað ráð fyrir að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
3. Slíkt hefur verið hugleitt í samanbandi við áhættustjórnun.
4. Brown(1998) segir. OK Hamilton gat ekki spáð betri ávöxtun en meðalindex, en áhættustjórnun hjá honum var betri.
5. Þetta hefur gefið líkönum eins og ARCH/GARCH flug því að það virðist sem að  $\varepsilon_t^2$  sé spáanlegt.
6. Market-microstructure hefur orðið vinsæl grein. Skráningaraðferðir geta haft áhrif á strúktúr mælinga. T.d. ef dagleg hreyfing fylgir random-walk þá gerir mánaðarmeðaltal það ekki.
7. Stærðfræðileg líkön í samfelldum tíma hafa orðið vinsæl
8. Ýmsar útgáfur af „efficient-market-hypothesis” (misformlegar)

*1930-1975*

*1.*

*1930-1975*

1. Rúmfræði (Frisch) eða líkindafræði (Havelmaa/Neyman).

## *1930-1975*

- 1.* Rúmfræði (Frisch) eða líkindafræði (Havelmaa/Neyman).
- 2.* Cowles commission stofnuð og er í Colorado til 1939 og síðan í Chicago

## *1930-1975*

1. Rúmfræði (Frisch) eða líkindafræði (Havelmaa/Neyman).
2. Cowles commission stofnuð og er í Colorado til 1939 og síðan í Chicago
3. Havelmaa birtir sína frægu grein 1943.

## 1930-1975

1. Rúmfræði(Frisch) eða líkindafræði (Havelmaa/Neyman).
2. Cowles commission stofnuð og er í Colorado til 1939 og síðan í Chicago
3. Havelmaa birtir sína frægu grein 1943.
4. Havelmaa og Cowles commission aðhyllast simultaneous equation model(SEM).

## 1930-1975

1. Rúmfræði(Frisch) eða líkindafræði (Havelmaa/Neyman).
2. Cowles commission stofnuð og er í Colorado til 1939 og síðan í Chicago
3. Havelmaa birtir sína frægu grein 1943.
4. Havelmaa og Cowles commission aðhyllast simultaneous equation model(SEM).
5. Wold birtir 1938 rit um „recursive-systems” (dýnamísk líkön) og andæfir Havelmaa og Cowles commission



## 1930-1975

1. Rúmfræði(Frisch) eða líkindafræði (Havelmaa/Neyman).
2. Cowles commission stofnuð og er í Colorado til 1939 og síðan í Chicago
3. Havelmaa birtir sína frægu grein 1943.
4. Havelmaa og Cowles commission aðhyllast simultaneous equation model(SEM).
5. Wold birtir 1938 rit um „recursive-systems” (dýnamísk líkön) og andæfir Havelmaa og Cowles commission
6. 1945-1975 dómínerar SEM kennslubækur

## 1930-1975

1. Rúmfræði (Frisch) eða líkindafræði (Havelmaa/Neyman).
2. Cowles commission stofnuð og er í Colorado til 1939 og síðan í Chicago
3. Havelmaa birtir sína frægu grein 1943.
4. Havelmaa og Cowles commission aðhyllast simultaneous equation model (SEM).
5. Wold birtir 1938 rit um „recursive-systems” (dýnamísk líkön) og andæfir Havelmaa og Cowles commission
6. 1945-1975 dómínerar SEM kennslubækur
7. Ályktunarfræði fyrir tímaraðir aðeins til fyrir stationary ferla

1975-

1. .

*1975-*

- 1.* Tölvubyltingin gerir reikninga og gagnamedferð auðveldari .

1975-

1. Tölvubyltingin gerir reikninga og gagnamedferð auðveldari
2. Tímaraðalíkon gera SEM hlægileg. .

## 1975-

1. Tölvubyltingin gerir reikninga og gagnamedferð auðveldari
2. Tímaraðalíkon gera SEM hlægileg.
3. Hagfræðingar sættast við tímaraða líkon m.a. vegna höfunda eins og Sims(1980).

## 1975-

1. Tölvubyltingin gerir reikninga og gagnamedferð auðveldari
2. Tímaraðalíkön gera SEM hlægileg.
3. Hagfræðingar sættast við tímaraða líkön m.a. vegna höfunda eins og Sims(1980).
4. Cointegration nálgunin býður upp á aðferðafræði fyrir non-stationary ferla

## 1975-

1. Tölvubyltingin gerir reikninga og gagnamedferð auðveldari
2. Tímaraðalíkön gera SEM hlægileg.
3. Hagfræðingar sættast við tímaraða líkön m.a. vegna höfunda eins og Sims(1980).
4. Cointegration nálgunin býður upp á aðferðafræði fyrir non-stationary ferla
5. Míkróekonómetría verður praktísk.



# *Nokkrir Nóbelsverðlaunahafar*

1.

# *Nokkrir Nóbelsverðlaunahafar*

## *1. Havelmaa, 1988*

## *Nokkrir Nóbelsverðlaunahafar*

1. Havelmaa, 1988
2. Merton og Scholes, 1997

## *Nokkrir Nóbelsverðlaunahafar*

1. Havelmaa, 1988
2. Merton og Scholes, 1997
3. Heckman og Macfadden, 2000

## *Nokkrir Nóbelsverðlaunahafar*

1. Havelmaa, 1988
2. Merton og Scholes, 1997
3. Heckman og Macfadden, 2000
4. Engle og Granger 2003

## *Nokkrir Nóbelsverðlaunahafar*

1. Havelmaa, 1988
2. Merton og Scholes, 1997
3. Heckman og Macfadden, 2000
4. Engle og Granger 2003
5. Breslow skrifar grein í Biometrics 2003 og spyr af hverju fá tölfræðingar Nóbelsverðlaun í hagfræði en ekki í læknisfræði (ein undantekning 1902)

# *Makró og míkro hagrannsóknir*

1.

## *Makró og míkro hagrannsóknir*

1. Fjármála- hagrannsóknir og makró hagrannsóknir eru að langmestu leyti tímaraðgreining.



## *Makró og míkro hagrannsóknir*

1. Fjármála- hagrannsóknir og makró hagrannsóknir eru að langmestu leyti tímaraðgreining.
2. Míkróhagrannsóknir ganga út á að gera líkön sem skýra hegðun og viðbrögð.

## *Makró og míkro hagrannsóknir*

1. Fjármála- hagrannsóknir og makró hagrannsóknir eru að langmestu leyti tímaraðgreining.
2. Míkrohagrannsóknir ganga út á að gera líkön sem skýra hegðun og viðbrögð.
3. Most other disciplines in applied statistics other than microeconometrics treat any unobserved individual heterogeneity as being independent of the regressors (Cameron, Trivedi Microeconometrics)

## *Makró og míkro hagrannsóknir*

1. Fjármála- hagrannsóknir og makró hagrannsóknir eru að langmestu leyti tímaraðgreining.
2. Míkrohagrannsóknir ganga út á að gera líkön sem skýra hegðun og viðbrögð.
3. Most other disciplines in applied statistics other than microeconometrics treat any unobserved individual heterogeneity as being independent of the regressors (Cameron, Trivedi Microeconometrics)
4. Microeconometrics=epidemiology

# *Smávegis um líkanasmíði*

**gogn  $\neq$  upplýsingar**

1. .

## *Smávegis um líkanasmíði*

**gogn  $\neq$  upplýsingar**

1. Upplýsinar eru hvað hægt er að álykta nákvæmlega um parameter í líkani .

## *Smávegis um líkanasmíði*

**gogn  $\neq$  upplýsingar**

1. Upplýsinar eru hvað hægt er að álykta nákvæmlega um parameter í líkani Fjarlægt  $f$  frá  $g$  mælt með Kullback-Leibler information er: .

## Smávegis um líkanasmíði

**gogn  $\neq$  upplýsingar**

1. Upplýsingar eru hvað hægt er að álykta nákvæmlega um parameter í líkani Fjarlægt  $f$  frá  $g$  mælt með Kullback-Leibler information er:

$$I(g, f) = \underbrace{\int g(x) \log(g(x)) dx}_{\text{Sannleikur}} - \underbrace{\int g(x) \log(f(x|\theta)) dx}_{\text{Lkan}}$$

## Smávegis um líkanasmíði

**gogn  $\neq$  upplýsingar**

1. Upplýsingar eru hvað hægt er að álykta nákvæmlega um parameter í líkani Fjarlægt  $f$  frá  $g$  mælt með Kullback-Leibler information er:

$$\begin{aligned} I(g, f) &= \underbrace{\int g(x) \log(g(x)) dx}_{\text{Sannleikur}} - \underbrace{\int g(x) \log(f(x|\theta)) dx}_{\text{Lkan}} \\ &= E\left(\log\left(\frac{g(X)}{f(X|\theta)}\right)\right) \text{ ef } X \sim g. \end{aligned}$$



## Smávegis um líkanasmíði

**gogn  $\neq$  upplýsingar**

1. Upplýsingar eru hvað hægt er að álykta nákvæmlega um parameter í líkani Fjarlægt  $f$  frá  $g$  mælt með Kullback-Leibler information er:

$$I(g, f) = \underbrace{\int g(x) \log(g(x)) dx}_{\text{Sannleikur}} - \underbrace{\int g(x) \log(f(x|\theta)) dx}_{\text{Lkan}}$$
$$= E\left(\log\left(\frac{g(X)}{f(X|\theta)}\right)\right) \text{ ef } X \sim g.$$

$$I(g, f) \geq 0, \text{ og } I(g, f) = 0 \text{ ef } f = g$$



Ljóst er að velja ber  $\theta$  þannig að þáttur líkans,  $E_g(\log(f(X)))$  sé sem mestur. Ef gögn eru notuð til að hámarka  $\log(f(X|\theta))$  þá er ljóst að um overfitting er að ræða, þ.e.

Ljóst er að velja ber  $\theta$  þannig að þáttur líkans,  $E_g(\log(f(X)))$  sé sem mestur. Ef gögn eru notuð til að hámarka  $\log(f(X|\theta))$  þá er ljóst að um overfitting er að ræða, þ.e.  $\log(f(X|\hat{\theta}_{ML}))$  ofmetur  $E_g(\log(f(X)))$

Ljóst er að velja ber  $\theta$  þannig að þáttur líkans,  $E_g(\log(f(X)))$  sé sem mestur. Ef gögn eru notuð til að hámarka  $\log(f(X|\theta))$  þá er ljóst að um overfitting er að ræða, þ.e.  $\log(f(X|\hat{\theta}_{ML}))$  ofmetur  $E_g(\log(f(X)))$ . Leiðréttu þarf fyrir flækjustigi líkans, fjöldi parametra ofl.

Ljóst er að velja ber  $\theta$  þannig að þáttur líkans,  $E_g(\log(f(X)))$  sé sem mestur. Ef gögn eru notuð til að hámarka  $\log(f(X|\theta))$  þá er ljóst að um overfitting er að ræða, þ.e.  $\log(f(X|\hat{\theta}_{ML}))$  ofmetur  $E_g(\log(f(X)))$ . Leiðréttu þarf fyrir flækjustigi líkans, fjöldi parametra ofl.

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

er einfaldara en

Ljóst er að velja þer  $\theta$  þannig að þáttur líkans,  $E_g(\log(f(X)))$  sé sem mestur. Ef gögn eru notuð til að hámarka  $\log(f(X|\theta))$  þá er ljóst að um overfitting er að ræða, þ.e.  $\log(f(X|\hat{\theta}_{ML}))$  ofmetur  $E_g(\log(f(X)))$ . Leiðréttu þarf fyrir flækjustigi líkans, fjöldi parametra ofl.

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

er einfaldara en

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

Ljóst er að velja þer  $\theta$  þannig að þáttur líkans,  $E_g(\log(f(X)))$  sé sem mestur. Ef gögn eru notuð til að hámarka  $\log(f(X|\theta))$  þá er ljóst að um overfitting er að ræða, þ.e.  $\log(f(X|\hat{\theta}_{ML}))$  ofmetur  $E_g(\log(f(X)))$ . Leiðréttu þarf fyrir flækjustigi líkans, fjöldi parametra ofl.

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

er einfaldara en

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

Í tölfræði er líkan fjölskylda líkindadreifinga



# *Lokahugleiðingar*

# *Lokahugleiðingar*

1.

## *Lokahugleiðingar*

1. Mikil gróska hefur verið í líkindafræðilegri tölfræði síðustu 80 ár.

## *Lokahugleiðingar*

1. Mikil gróska hefur verið í líkindafræðilegri tölfræði síðustu 80 ár.
2. Trúin á gagnsemina hefur verið mismikil

## *Lokahugleiðingar*

1. Mikil gróska hefur verið í líkindafræðilegri tölfræði síðustu 80 ár.
2. Trúin á gagnsemina hefur verið mismikil
3. 1948 sagði Leontief: *considerable progress has been achieved in recent years towards the understanding of proper and improper application of statistical procedures to economic analysis.* Og 1971:

## Lokahugleiðingar

1. Mikil gróska hefur verið í líkindafræðilegri tölfræði síðustu 80 ár.
2. Trúin á gagnsemina hefur verið mismikil
3. 1948 sagði Leontief: *considerable progress has been achieved in recent years towards the understanding of proper and improper application of statistical procedures to economic analysis.* Og 1971:
4. *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*

## Lokahugleiðingar

1. Mikil gróska hefur verið í líkindafræðilegri tölfræði síðustu 80 ár.
2. Trúin á gagnsemina hefur verið mismikil
3. 1948 sagði Leontief: *considerable progress has been achieved in recent years towards the understanding of proper and improper application of statistical procedures to economic analysis.* Og 1971:
4. *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*
5. All models are wrong, some are useful