

Att forska i matematik

Christian Johansson

Matematiska vetenskaper, GU och CTH

Ett kort CV

- 2004-2005 Matematikprogrammet, GU
- 2005-2009 Kandidat/master i matematik, Cambridge University
- 2009-2013 Doktorand i matematik, Imperial College London
- 2013-2018 Postdoc (Oxford, MSRI, IAS, Cambridge)
- 2018-2022 Biträdande lektor, GU/CTH
- 2022- Lektor, GU/CTH

Forskar inom algebraisk talteori (‘‘Langlandsprogrammet’’).

En slide om Langlandsprogrammet

Fråga: Hur många lösningar har $y^2 = x^3 - 16x + 16$ modulo p ?

En slide om Langlandsprogrammet

Fråga: Hur många lösningar har $y^2 = x^3 - 16x + 16$ modulo p ?

Svar: $p - a_p$, där a_p definieras av

$$f(z) = e^{2\pi iz} \prod_{n=1}^{\infty} (1 - e^{2\pi inz})^2 (1 - e^{22\pi inz})^2 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{2\pi inz}, \quad \text{Im}(z) > 0.$$

En slide om Langlandsprogrammet

Fråga: Hur många lösningar har $y^2 = x^3 - 16x + 16$ modulo p ?

Svar: $p - a_p$, där a_p definieras av

$$f(z) = e^{2\pi iz} \prod_{n=1}^{\infty} (1 - e^{2\pi inz})^2 (1 - e^{22\pi inz})^2 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{2\pi inz}, \quad \text{Im}(z) > 0.$$

f är en **modulär form** — en speciell typ av komplex funktion.

En slide om Langlandsprogrammet

Fråga: Hur många lösningar har $y^2 = x^3 - 16x + 16$ modulo p ?

Svar: $p - a_p$, där a_p definieras av

$$f(z) = e^{2\pi iz} \prod_{n=1}^{\infty} (1 - e^{2\pi inz})^2 (1 - e^{22\pi inz})^2 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{2\pi inz}, \quad \text{Im}(z) > 0.$$

f är en **modulär form** — en speciell typ av komplex funktion.

Bara ett exempel av många. Langlandsprogrammet söker ett systematiskt svar på varför det här sker.

Centralt är **Galoisteori**, matematiken som utvecklades för att visa att femtegradsekvationer inte kan lösas.

Hur forskar man i matematik?

Löser existerande problem:

- Oftast nyare frågeställningar — matematiken utvecklas ständigt

Hur forskar man i matematik?

Löser existerande problem:

- Oftast nyare frågeställningar — matematiken utvecklas ständigt
- Ibland äldre — Fermat stora sats, Riemannhypotesen, $P=NP$, Navier–Stokes ekvationer, ...

Hur forskar man i matematik?

Löser existerande problem:

- Oftast nyare frågeställningar — matematiken utvecklas ständigt
- Ibland äldre — Fermat stora sats, Riemannhypotesen, $P=NP$, Navier–Stokes ekvationer, ...
- Gamla problem fungerar som motivation och som måttstockar för framsteg

Hur forskar man i matematik?

Löser existerande problem:

- Oftast nyare frågeställningar — matematiken utvecklas ständigt
- Ibland äldre — Fermat stora sats, Riemannhypotesen, $P=NP$, Navier–Stokes ekvationer, ...
- Gamla problem fungerar som motivation och som måttstockar för framsteg

Hittar nya kopplingar:

- Smått — problemlösning kräver ofta att man relaterar ett olöst problem till ett löst problem

Hur forskar man i matematik?

Löser existerande problem:

- Oftast nyare frågeställningar — matematiken utvecklas ständigt
- Ibland äldre — Fermat stora sats, Riemannhypotesen, $P=NP$, Navier–Stokes ekvationer, ...
- Gamla problem fungerar som motivation och som måttstockar för framsteg

Hittar nya kopplingar:

- Smått — problemlösning kräver ofta att man relaterar ett olöst problem till ett löst problem
- Stort — kopplingar mellan hela fält

Hur forskar man i matematik?

Skapar ny matematik:

- Det är fritt för alla att skapa ny matematik så länge man följer logikens lagar

Hur forskar man i matematik?

Skapar ny matematik:

- Det är fritt för alla att skapa ny matematik så länge man följer logikens lagar
- Fascinerande i sig självt, eller säger något nytt om den matematik som redan finns

Hur forskar man i matematik?

Skapar ny matematik:

- Det är fritt för alla att skapa ny matematik så länge man följer logikens lagar
- Fascinerande i sig självt, eller säger något nytt om den matematik som redan finns

Vad bestämmer vilken forskning som sker?

- Trender
- Tradition
- Tillämpningar

Hur forskar man i matematik?

Skapar ny matematik:

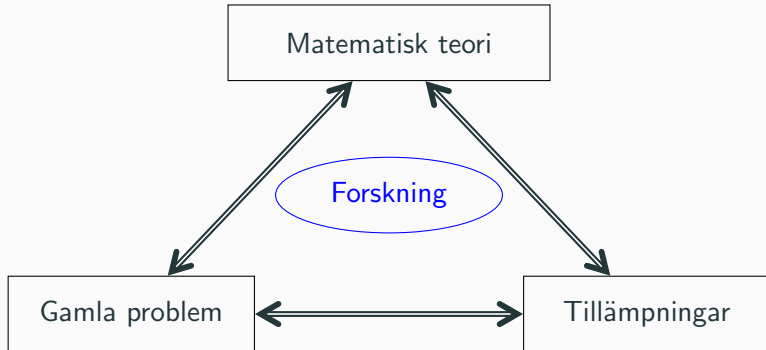
- Det är fritt för alla att skapa ny matematik så länge man följer logikens lagar
- Fascinerande i sig självt, eller säger något nytt om den matematik som redan finns

Vad bestämmer vilken forskning som sker?

- Trender
- Tradition
- Tillämpningar

Och en god dos nyfikenhet!

En förenklad bild av ekosystemet



Exempel på titlar från MV

Ser ofta ut såhär:

- Statistical inference on interacting particle systems
- Rational lines on cubic hypersurfaces
- G -equivariant convolutional neural networks

Exempel på titlar från MV

Ser ofta ut såhär:

- Statistical inference on interacting particle systems
- Rational lines on cubic hypersurfaces
- G -equivariant convolutional neural networks

Men kan också se ut såhär:

- Optimal scheduling of the next preventive maintenance activity for a wind farm
- Predicting regional COVID-19 hospital admissions in Sweden using mobility data
- Politisk kartellbildning som förklaring till Sverigedemokraternas framgång

Hur ser en dag ut?

Man sitter och klurar. Längre. I grupp eller ensam.

Läser och diskuterar med kollegor. Provar sig fram.

Penna och papper. Kanske en dator.

Hur ser en dag ut?

Man sitter och klurar. Längre. I grupp eller ensam.

Läser och diskuterar med kollegor. Provar sig fram.

Penna och papper. Kanske en dator.

Också:

- Undervisar
- Skriver forskningsartiklar
- Organiserar seminarier och konferenser
- Etc.

Doktorera

- Nå forskningsfronten
- 3-5 år, mestadels forskning, samt undervisning och studier
- “Lärlingsutbildning” — lära sig forska under handledning

Doktorera

- Nå forskningsfronten
- 3-5 år, mestadels forskning, samt undervisning och studier
- “Lärlingsutbildning” — lära sig forska under handledning

Postdoc

- Etablera sig som forskare
- Tidsbegränsade tjänster, normalt 1-3 år per tjänst
- Ofta flera, på olika ställen; forskning och viss undervisning

Doktorera

- Nå forskningsfronten
- 3-5 år, mestadels forskning, samt undervisning och studier
- “Lärlingsutbildning” — lära sig forska under handledning

Postdoc

- Etablera sig som forskare
- Tidsbegränsade tjänster, normalt 1-3 år per tjänst
- Ofta flera, på olika ställen; forskning och viss undervisning

Tillsvidareanställningar (lektor, professor,.. .)

- Mängden forskning/undervisning varierar från fall till fall

Varför jag är matematiker

- Ett stort matematikintresse
- Ett jobb med stor frihet
- En internationell arbetsmiljö

Varför jag är matematiker

- Ett stort matematikintresse
- Ett jobb med stor frihet
- En internationell arbetsmiljö

Några lästips:

- Fermats gåta, S. Singh
- Birth of a theorem, C. Villani
- The Millenium Problems, K. Devlin