

# Kokeellista matematiikkaa ja sen soveltamista

## Experimental Mathematics with Applications

Pure Mathematics, Cryptography,  
Bioinformatics, Generation of Extreme Events,  
Quantitative Measures to Depict Progress Over Time

Ammattikorkeakoulujen matematiikan päivät

*Rovaniemi*, 10 November 2006

Veikko Keränen, Rovaniemi University of Applied Sciences

<http://south.rotol.ramk.fi>

---

### Motivation

Question 1: Why it is so incredibly hard to construct long (infinite) abelian square-free words over four (three) letters?

Question 2: Is there any hope in finding new abelian square-free endomorphisms?

Abelian square is a permutation or anagram repetition (consecutive factors).

Example from <http://www.lintukoto.net/viihde/anagrammi/>

**permutaatiotoistojen opetustoimijan erotat**

permutaatiotoisto =

permut **a a** tiotoisto = permut **ta at** iotoisto = permutaa **tio toi** sto

Unprecedented experimental results (*IMS 2006 & OSELS Palais des Papes, Avignon*,

June 19 – 23, 26 – 30, 2006).

## Morphisms

```
productions = {"a" → "abc", "b" → "ac", "c" → "b"};
```

```
a  
abc  
abc ac b  
abc ac b abc b ac  
abc ac b abc b ac abc ac b ac abc b  
abc ac b abc b ac abc ac b ac abc b abc ac b abc b ac abc b abc ac b ac
```

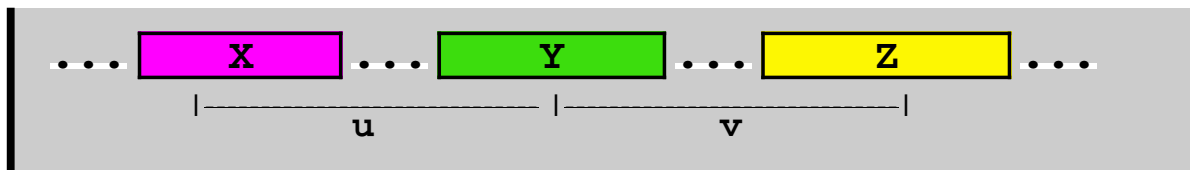
Image words of letters:

**a** → **A**

**b** → **B**

**c** → **C**

**d** → **D**



## Participating Students from 1990 to 2006

Kari Tuovinen 1990

Minna Iivonen, Anja Keskinarkaus, Marko Manninen 1993

Abdeljalil Chabani, Tomi Laakso 1994

Mika Moilanen, Juha Särestöniemi 1996

Juho Alfthan 1999

Olli-Pentti Saira 2000

Marja Kenttä, Ville Mattila 2001

Lauri Autio, Marianna Mölläri 2002

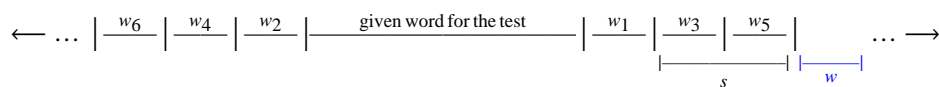
Antti Eskola (GRID) 2003

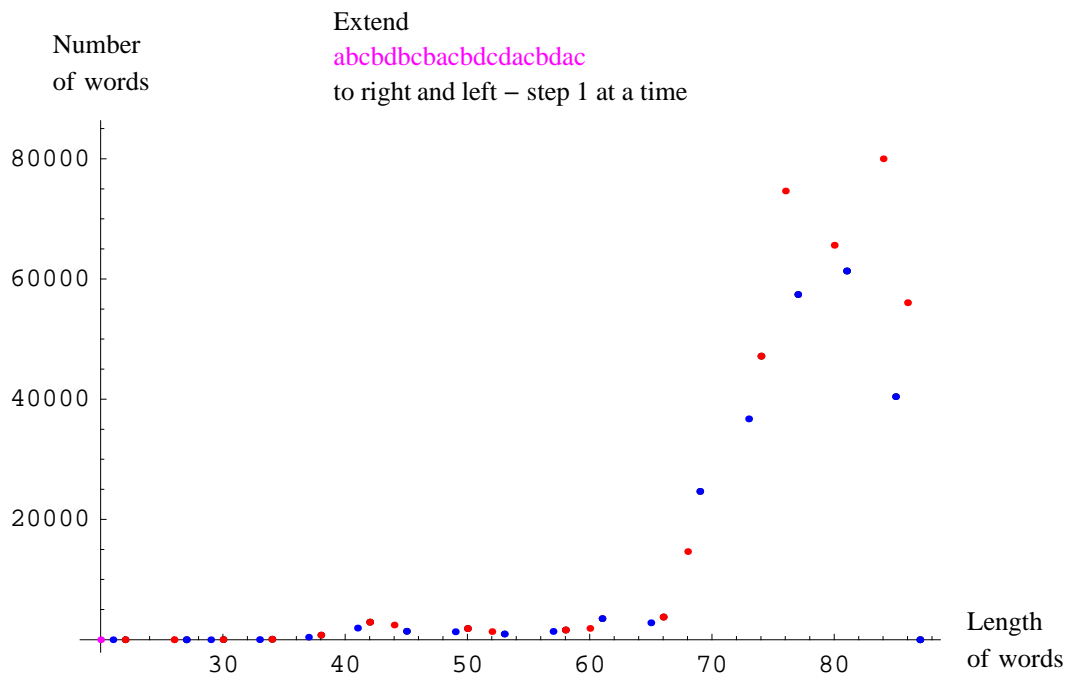
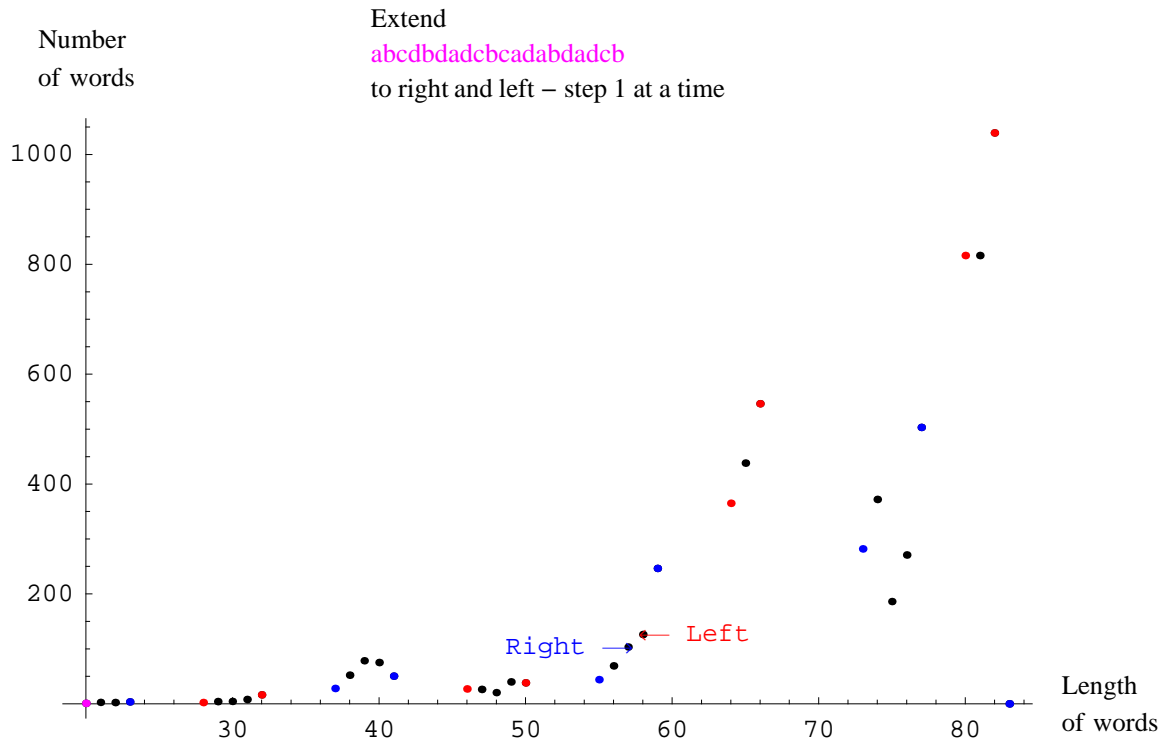
Antti Karhu, Veli-Matti Lahtela, Olli-Pekka Siivola (FPGA) 2004

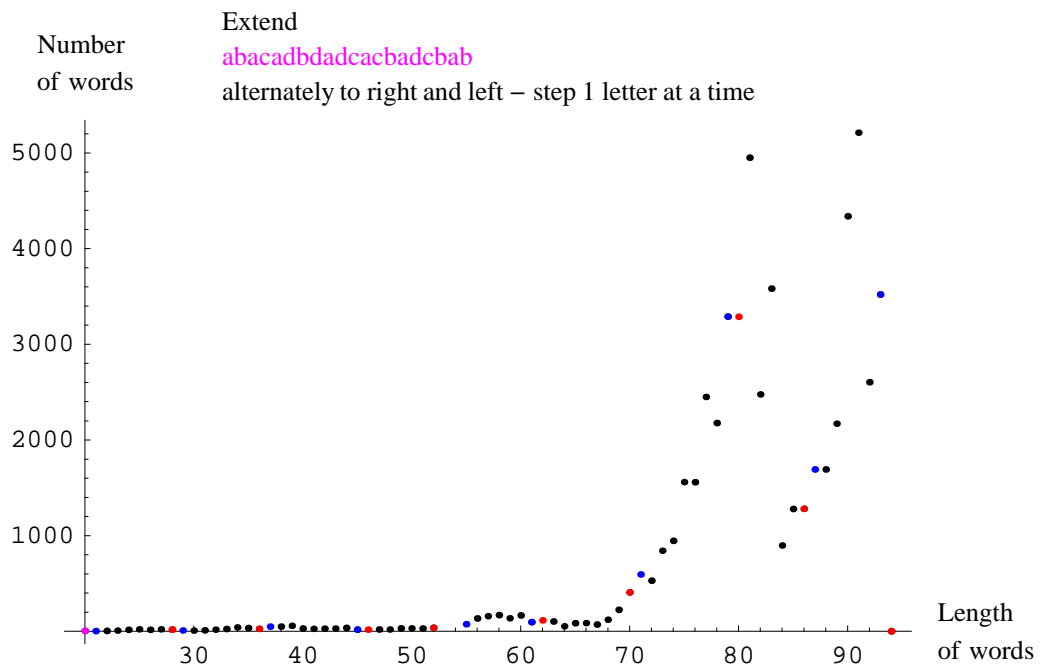
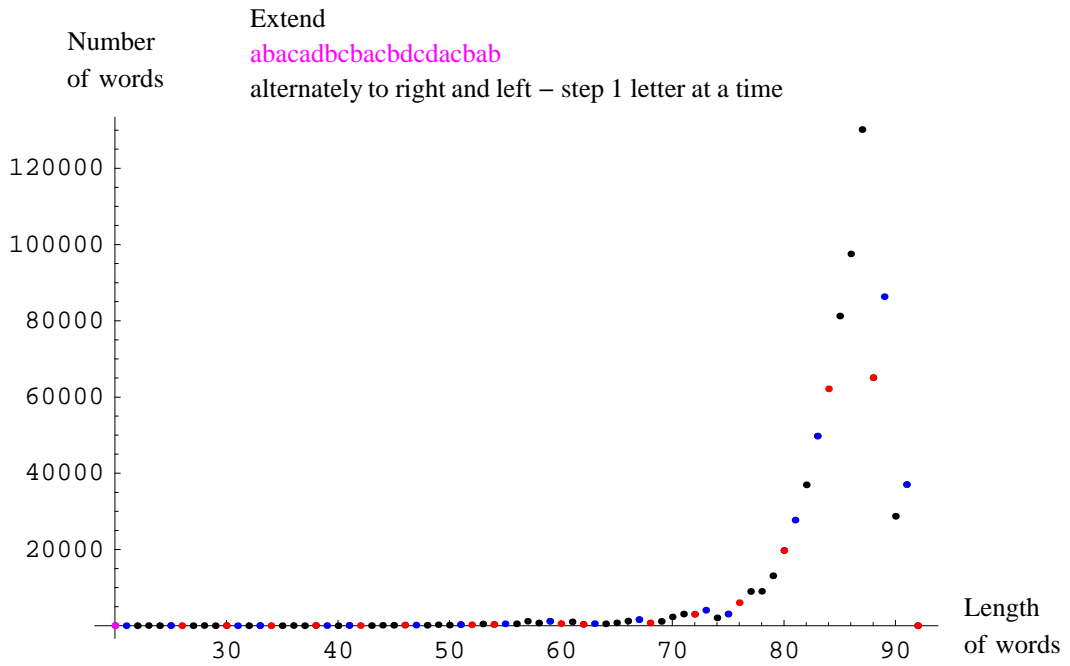
Esa Nyrhinen, Sami Vuolli 2005

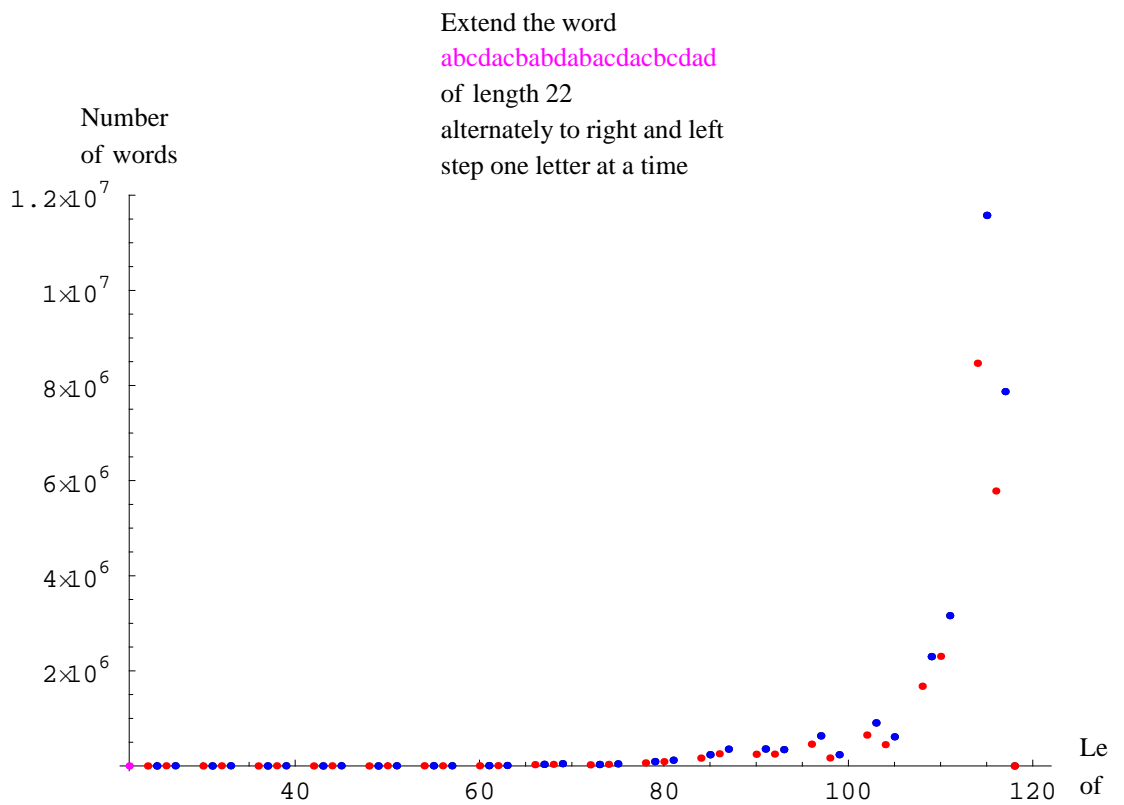
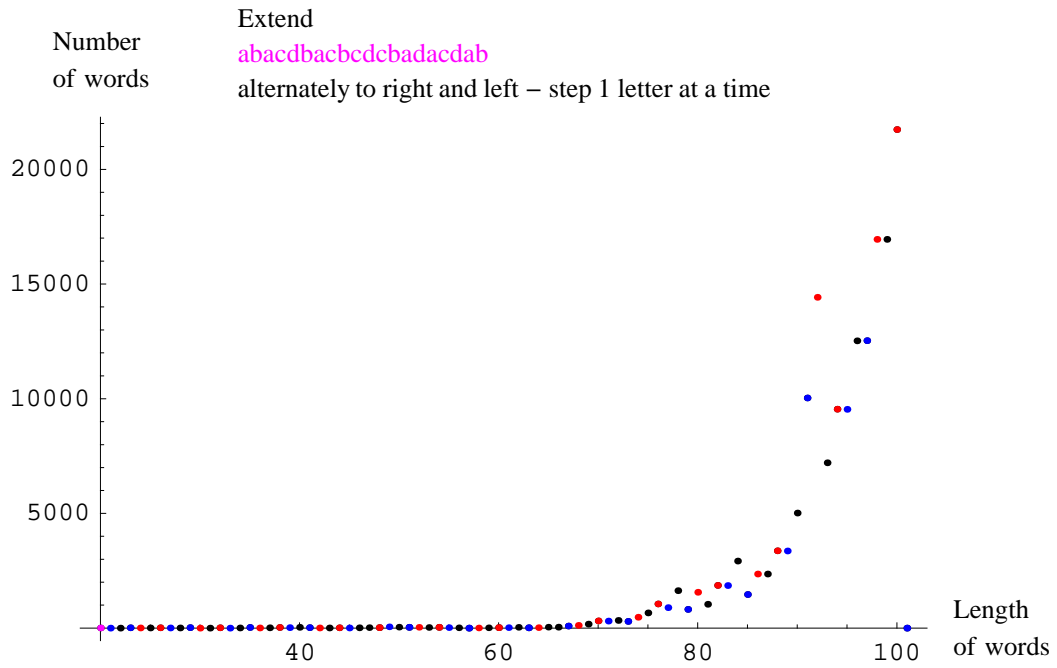
Esa Taskila, Mikhail Kalkov, Antti Oja, Viet Pham Hoang 2006

## Something Strange and Nice

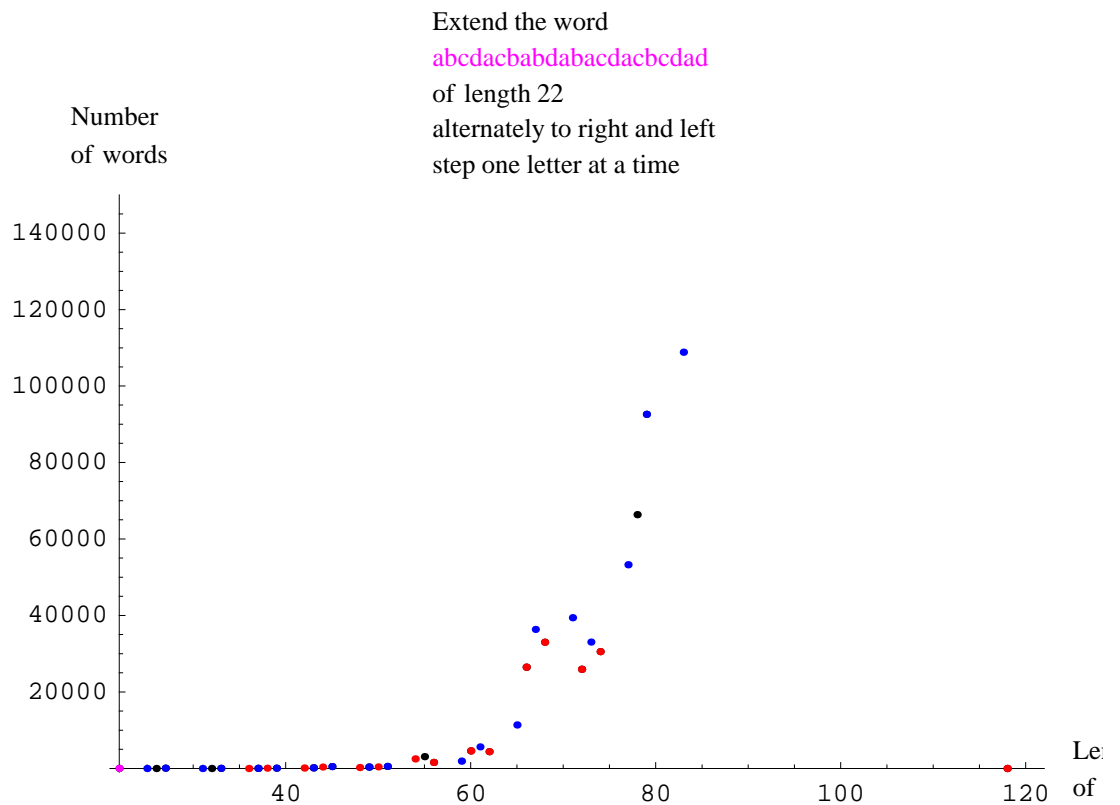
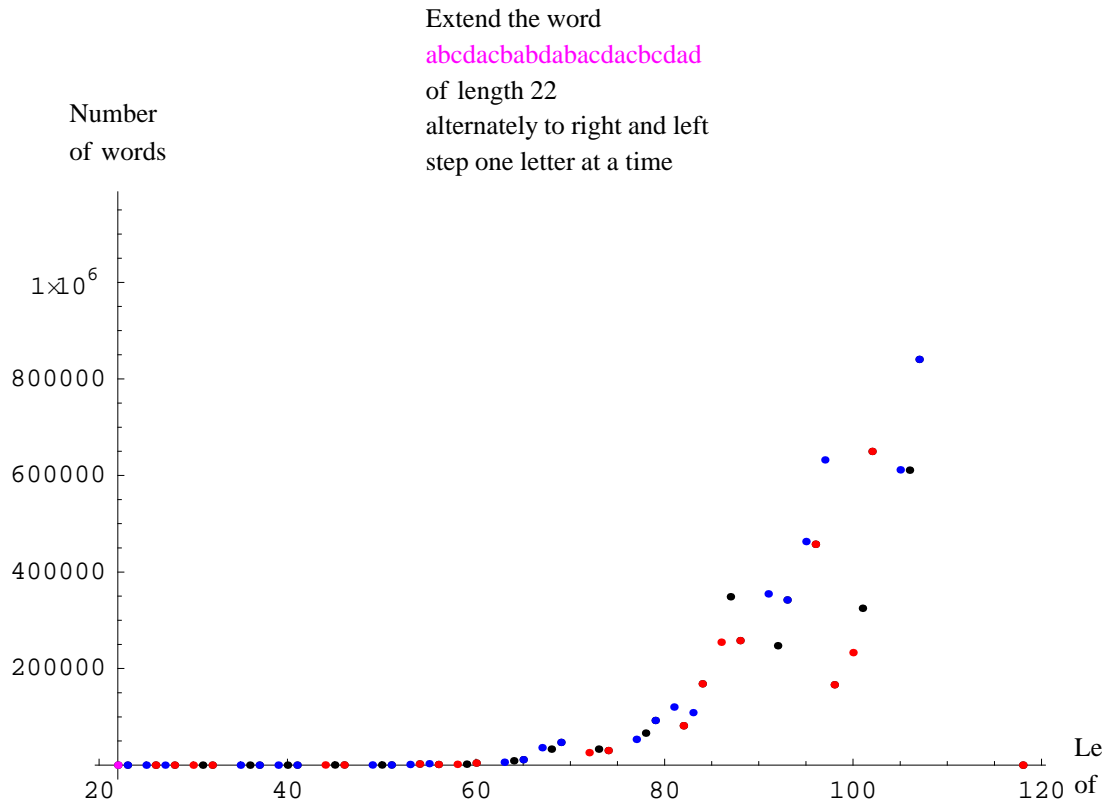


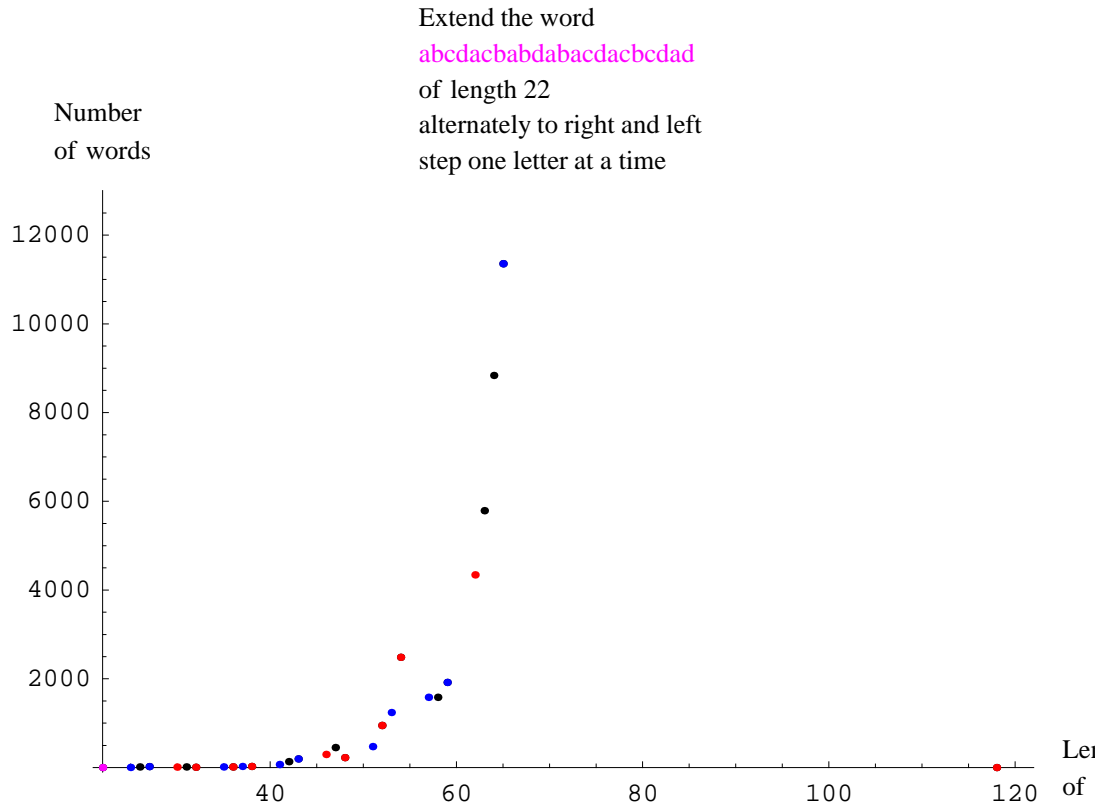




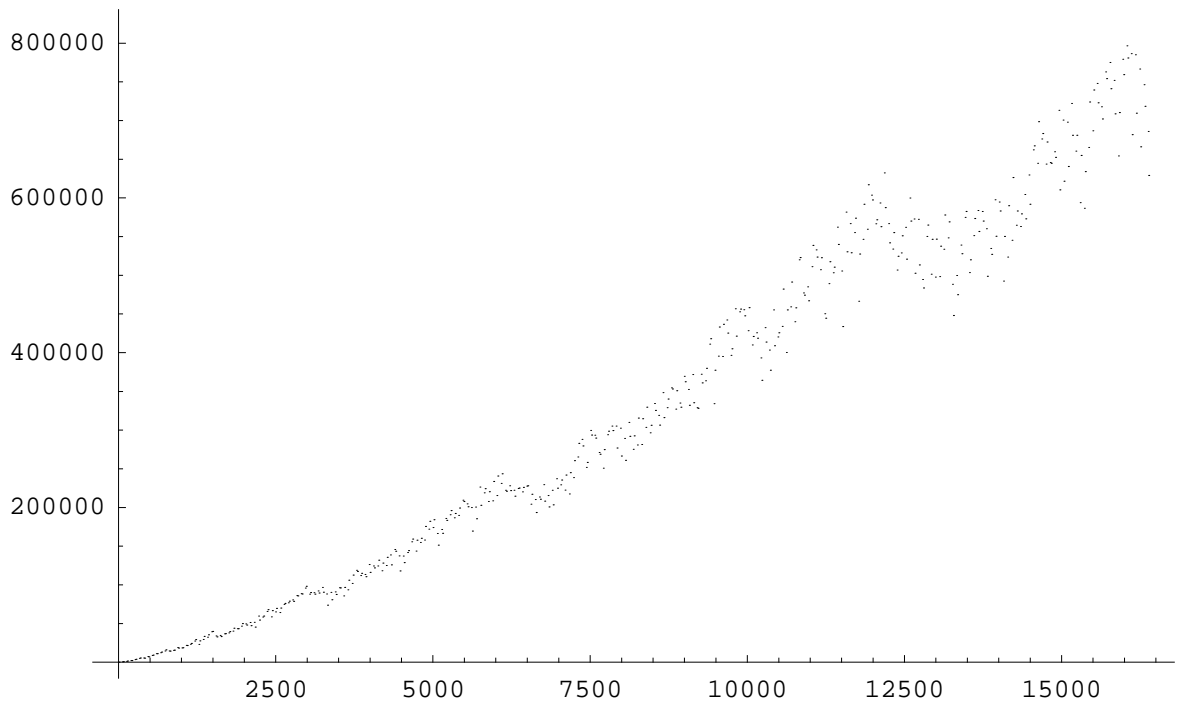
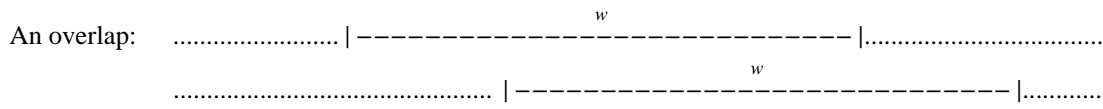


Let us study (zoom into) also the beginning:





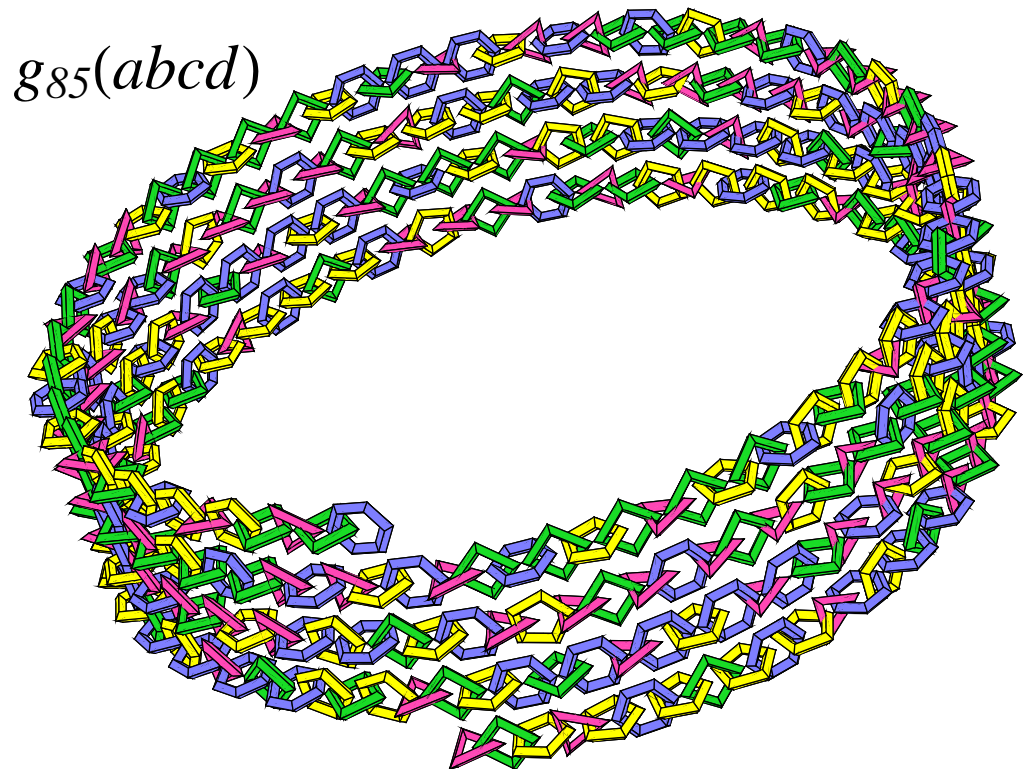
Counting Binary Overlap-Free Words, Julien Cassaigne (Rovaniemi, October 2002)





---

## Something Successful



---

## Abelian Square-Free Dithering and Recoding for Iterated Hash Functions

<http://theory.lcs.mit.edu/~rivest/publications.html>

## Turvajärjestelmien ja hätätilanteiden dynaaminen hallinta

### Computational Intelligence for Security and Emergency Management

Hanke liittyy laajaan kansainväliseen **LiveDesign** -kehitysprojektiin [1,2], jota johtaa

Professori Gautam Dasgupta, Civil Engineering and Engineering Mechanics,

Columbia University (CU), New York, USA.

LiveDesign on IT -pohjainen dynaaminen asiantuntijajärjestelmä, joka toimii siviiliviranomaisten, pelastushenkilöiden ja pelastettavien henkilöiden tukena äkillisessä onnettomuus- tai katastrofitilanteessa.

Järjestelmän tehtävänä on mm. [2]:

- Ohjata ihmisiä valitsemaan oikeat pelastusreitit/-toiminnot.
- Tuottaa pelastusviranomaisille toimintojen kriittisyyteen liittyviä arvioita, jotka perustuvat onnettomuustilanteesta reaaliaikaisesti saatavan informaation laskennalliseen analysointiin.
- Toimia simulaatioympäristönä pelastusviranomaisille kehitettäessä ohjeistoja tai toimintasuunnitelmia hätätilanteita varten sekä konstruoidessa virtuaalisesti jo ennakoita mahdollisia äärimmäisiä onnettomuustilanteita.

Järjestelmän rakentamisen edellytykset:

- Päätöksenteon pohjana oleva tieto (mm. laki, ohjeistukset, tietämys) on kerättävä ja muunnettava ohjelmallisesti käsiteltävään muotoon. Tällöin asiantuntijoiden tuottamaan kvalitatiiviseen informaatioon liitetään todennäköisyyteen ja summaan logiikkaan perustuva kvantitatiivinen esitysmuoto [2, s. 1].
- Kaikki data ja sen käsittely tapahtuu yhdessä laajassa tietämuskannassa.
- Tietämuskantaa päivitetään reaaliaikaisesti asiantuntijoiden antamien arvioiden sekä valvontajärjestelmien tuottamien fyysisten inputtien pohjalta [2, s. 2]. Järjestelmän on myös kyettävä ”opettamaan itseään”, kun sen tuottamien ennusteiden ja saatujen havaintojen välille syntyy ristiriitaisuuksia.

Järjestelmän ytimenä toimii tietokoneohjelma, joka simuloi inhimillistä päättelyä tietämuskannassa laskennallisten menetelmien (mm. reaaliarvojen aritmetiikka [2, ss.3-4] ja Bayesin tilastollinen analyysi [2, ss. 7-8]) sekä sumean logiikan [2, ss. 5-6] avulla.

Järjestelmän ydin on universaalinen, mutta eri tilanteissa sovellusintressit poikkeavat toisistaan. Esimerkkinä voitaisiin ajatella, että USAssa keskitytään suurten rakennusten pelastus- ja evakointireittien reaaliaikaiseen osoittamiseen, Japanissa maanjäristysten varoitusjärjestelmien ja pelastustoiminnan ohjaukseen sekä meillä lapissa tärkeää on kylmissä ja harvaan asutuissa olosuhteissa tapahtuva pelastustoiminta ja ensihoito.

## **Kehitystyö Rovaniemellä**

Lähtitulevaisuuden (vuodet 2008 - 2009) tarkempi tehtäväjako selvitetään haattavan valmisteluvaiheen aikana (joulukuu 2006 - 2007).

Alustavasti Rovaniemellä järjestelmän ydintä kehitetään hätätilanteiden ensihoidon dynaamiseksi asiantuntijajärjestelmäksi Envi II virtuaalilaboratorioon. Järjestelmä simuloi lääkinällisten toimenpiteiden vaikutuksia ohjelmallisesti generoitaviin potilasprofiileihin onnettomuustilanteissa sekä tuottaa päätöksentekoa helpottavia ennusteita. Tämä vaatii yhteistyötä hoitoalan ja matematiikan asiantuntijoiden välillä. Lisäksi kartoitetaan vastaavien simulaatio-/asiantuntijajärjestelmien kehitysmahdollisuuksia yleisesti pohjoisen olosuhteiden pelastustoiminnan aloilla.

### ***Experimental and pure mathematics:***

### ***Pattern avoidance in words:***

### *Participating Students from 1990 to 2006*

#### **Avoiding Regularities in Words**

– preliminaries, history, some visualizations

#### **Words and Experimental Mathematics**

#### **Infinite A-2-Free L-Sequences over 4 Letters ([998](#))**

---

(\* Computer Algebra Examples \*)

More

---

**Good, Bad, and Unknown Factors**

---

**Quad Trees**

---

**Counting Binary Overlap-Free Words**

by Julien Cassaigne (Rovaniemi, October 2002)

---

**2D Walks** (*a*: left, *b*: right, *c*: down, *d*: up)

---

**Interactive 3D Visualizations**

---

Open **three letter** problems (by Sami Mäkelä, Turku)

---

Erik Jensen's new result on *Prouhet(1851)–Thue(1912)–Morse(1921)*  
sequence

---

**Conclusions**

## Events

Conference on

### **Algorithmic Information Theory**

**in Vaasa, Finland, May 16 – 18, 2005**

**Main speakers: Bruno Buchberger, Gregory Chaitin, Jarkko Kari,**

**Heinz Langer, Markus Rosenkranz, Henk de Snoo, ...**

**<http://www.uwasa.fi/ait05/>**

### **Workshop on Technical Computing**

**in Rovaniemi, Finland, May 20, 2005**

**Main speakers: Tore Jonassen, Markus Rosenkranz, ...**

### **6th International Arctic Seminar**

**in Murmansk, Russia, May 24 – 27, 2005**

**Main speakers: Tore Jonassen, Markus Rosenkranz, ...**

### **7th International *Mathematica* Symposium**

***IMS* 2005, The University Of Western Australia, Perth, Australia**

**August 5 – 8, 2005**

**<http://InternationalMathematicaSymposium.org>**

---

### **8th International Mathematica Symposium**

***IMS 2006, Palais des Papes, Avignon, France***

**June 19 – 23, 2006**

**<http://InternationalMathematicaSymposium.org>**

---

### **Optimal Synergy of Engineering and Life Sciences**

***OSELS 2006, Palais des Papes, Avignon, France***

**June 26 – 30, 2006**

**<http://www.columbia.edu/~gd18/>**

---

### **9th International Mathematica Symposium**

***IMS 2008, Maastricht University, Maastricht, the Netherlands***

**June 20 (Friday) – June 24 (Tuesday), 2008**

**<http://InternationalMathematicaSymposium.org>**

---

### **2nd Algorithmic Information Theory**

***AIT 2007, Castle of Hagenberg, Austria***

**June 25 – 26, 2007**

**<http://www.risc.uni-linz.ac.at/about/conferences>**

---

### **2nd International Conference on Algebraic Biology**

***AB 2007, Castle of Hagenberg, Austria***

**July 2 – 4, 2007**

**<http://www.risc.uni-linz.ac.at/about/conferences/ab2007>**

---

### **Kiitokset**

Lämpimät kiitokset kaikille aktiivisesta ja innostuneesta osallistumisesta!