

SICS Technical Report  
T2008:14  
ISSN: 1100-3154

# **ERG Final Report**

by

ICE Lab

**Swedish Institute of Computer Science  
Box 1263, SE-164 29 Kista, SWEDEN**

---

# FOE final report

FOE project no. 30150-2 2008, rapport period 080101-090630

External homepage: <http://www.sics.se/projects/foe>

## FOE Goals

The general political goals in relationship to energy are currently formulated with the aim to lower the energy consumption without lowering the standard for the end consumer.

The overall goal for the project is to build a framework that enables for consumer to make use of the potential of electricity saving that new economical energy lightning system, household- and office appliances constitute. This potential can be realized by making it possible for household and other end consumers to base one's energy behavior on choices that he/she is aware of rather than on prepared factory values.

We know that users want to have information and control over his energy usage, but the information may not disturb and irritate, it shall be there like an integrated component in the environment. The FOE project is working with ambient information, with light, colors, background sound and music, and even artifacts that combine our physical reality with the strength and the opportunities with the digital.

Within this project we are going to exploit the new design principles which the prototypes and user studies from the [ERG](#) project resulted in. With help of these design concepts and completely new technical solutions we have the possibility to operate the development in the direction toward a paradigm shift. Where the home consumer is placed in center and has awareness about and control ability over his energy situation. In this manner the future household is going to reduce its energy usage without even having to refrain from to take a sauna or to play computer games.

-----

Det överordnade målet för projektet FOE är att bygga ett ramverk som möjliggör för konsumenterna att utnyttja den potential för elbesparing som nya energisnåla belysningsystem, hushålls- och kontorsapparater utgör. Denna potential kan realiserars genom att göra möjligt för hushåll och andra slutkonsumenter att basera sitt energibeteende på medvetna val snarare än på förinställda fabriksvärden. Vi förutser en potential för elbesparing i linje med dem som är fastställda i de energipolitiska målen. Vi förutser en ännu större potential för medveten och effektiv lastbalansering genom att aggregera hushåll och arbetsplatser.

I detta projekt exploaterar vi bland annat de nya designprinciper som prototyperna och användarstudierna i ERG (project no. 30150-1, 2006-2008) givit upphov till. Med hjälp av dessa designkoncept och helt nya tekniska lösningar har vi möjlighet att driva utvecklingen i riktning mot ett paradigmskifte, där hemmakonsumenten sätts i centrum, och får både medvetenhet om, och kontrollförmåga över sin energisituation.

I FOE arbetar vi med tre parallella spår:

1) En sensornätbaserad infrastruktur för kontroll och styrning av hushållets hela elanvändning. Denna utgör basen för vårt fortsatta

arbete med ambienta displayer, olika typer av feedback och social kontext.

2) Ett lätt att använda gränssnitt för konfigurering av det ICT-baserade hemmet, där kontrollen över energianvändningen integreras med andra hemstyrningsbehov.

3) Ett skarpt showcase i form av en visualisering av energianvändning i samarbete med fastighetsbolag.

## Konkreta resultat

- Vi har fortsatt utvecklat och anpassat plattformen PART till våra koncept och demonstratorer. PART som står för "Pervasive Applications RunTime" är ett kommunikationslager som en distribuerad applikation kan använda för att hantera kommunikation mellan olika enheter. Mer info, instruktioner och nedladdningsalternativ finns på <http://part.sourceforge.net/>



- Vi har byggt ytterligare en "vattenkokar"-prototyp och har framgångsrikt i praktiken demonstrerat interaktion, distribuerad lastbalansering och schemaläggning mellan flera användare.



- Vi har färdigställt en prototyp av "Grodan" som är ett "smart" distribuerat grenuttag som känner igen apparater, mäter energi användning och kommunicerar med energi-medvetande-system för tex lastbalanserings-tillämpningar. Vidare kan Grodan bl.a. taktilt kontrolleras samt ge taktil, visuell och audio feedback till användaren. Grodan är ett underlag för diskussioner med industrin om framtida produkter.

- De tidigare beskrivna koncepten om \*distribuerad lastbalansering på mikronivå för konsument-produkter och användare\* (som både Vattenkokaren och Grodan är exempel på) har vidareutvecklats och utvidgats.

- En patenterings-verksamhet av ovanstående pågår.

- Ideer utvecklade inom FOE projektet med speciell betoning på smartgrid, microlastbalansering och användargränssnitt har lagt grunden för och vidareutvecklats gentemot ny systemteknik/infrastruktur/logistik för elmaskin-baserade fordon (dvs "elbilar"). Denna inriktning har visat sig ligga helt rätt i tiden och har lett till bl.a. kontakter med relevanta forskningsverksamheter på Kungliga Tekniska Högskolan.

- Även en "laddstolpe" har skissats tillsammans med Tritech AB (ett konsult/utvecklings bolag med verksamhet inom Energisektorn). Diskussioner med Fortum AB, Göteborgs Energi och SUST AB har förts.

- Ett projekt med fokus på speciellt Telekom bolagen roll och intressen i en framtida elbilsvärld har startat finansierat av Swedish ICTs Fordons&Transport råd samt Ericsson och Telia-Sonera AB.

För mer information angående elfordonsinriktning var vänlig besök websidan [www.gridcar.se](http://www.gridcar.se) .

- Utställning och presentationer på Energitinget 2008 inkluderande adaption av "Lyra" artefakten till en golv baserad demonstrator (se nedan samt Appendix Lyra) kombinerad med "suckande energimätare" och PART Sunspot sensornätverks-system.



- Utställning och presentation på Energitinget 2009 med ett fokus på distribuerad elinfrastruktur, lastbalansering och "smartgrids"

- Presentation av energi-projekt för grupp av EU energimyndigheter.

- Presenterat "Socially Intelligent Interfaces for Increased Energy Awareness in the Home" på "Internet of Things 2008 - First International Conference for Academia and Industry" Zurich 26-28/3, [www.iot2008.org](http://www.iot2008.org) publicerat i tillhörande Proceeding på Springer förlag.

## Lyra

Vid invigningen av Energitinget på Stockholmsmässan våren 2008 var det världspremiär för Lyra, en fyra meter hög ljusskulptur. Lyra var antagligen den mest uppseendeväckande "energiprodukten" som visas upp på Energitinget.

Ljusskulpturen (som är konfigurerat som stjärnbilden "Lyran", därav namnet) uppvisar ett växelspel av färg, form och rörelse som speglar energiåtgången i en fastighet eller stadsdel. Det unika är att Lyra visualiserar dels elanvändningen, dels förbrukningen hos de enskilda apparater som ansluts eller kopplas ifrån.



Lyra är i själva verket navet i ett komplext nätverk av intelligenta produkter, till exempel:  
- "Smarta eluttag med attityd" – grendosor som identifierar elförbrukande apparater och ger rekommendationer till användaren.

- Hushållsapparater som själva förhandlar om billigaste elpriset, till exempel en torktumlare/laddare för elbilar som kan bestämma sig för att starta en halvtimme senare om priset är lägre då.

- Kombinationer av tavlor och displayer som ökar konsumenternas medvetenhet om sin energisituation.

Lyra är också i sig ett exempel på nya, energismarta produkter, eftersom den är byggd med hjälp av energieffektiva LED-lampor. Skulpturen visar därmed hur denna nya belysningsteknik inte bara sparar stora mängder energi utan dessutom möjliggör nya estetiska uttrycksformer.

Lyra har även presenterats och demonstrerats i samband SICS-institutets årliga industri och sponsor-dag, "öppet hus".

En installation av Lyra är beställd och leverad till Sveriges största hyresvärd, Akademiska Hus, och speglar aktiviteten i en större fastighet.

För närmare detaljer rörande den kommersiella Lyra installationen i Electrumbyggnaden i Kista se appendix 1 "The Lyre" (på engelska)

## Examens-arbete iTube

Inom ramen för FOE projektet har ett examensarbete startats inom intelligent led-ljus som ersättare till speciellt konventionella lys-rör.

En övergång från glödljus och fluorescent ljus (lysrör och lågenergilampor) till halvledarljus (Solid-state lighting, SSL) som LED och OLED, kan spara stora mängder energi för samhället. Miljövinster kan också göras genom att SSL-baserad belysning dels håller längre, dels innehåller mindre kvicksilver och andra tungmetaller än de fluorescens-baserade ljuskällorna.

För den enskilda konsumenten och det mindre företaget är dock ofta de direkta besparingarna så pass obetydliga att de inte motiverar ett kostsamt och besvärligt byte till ny teknik och ny infrastruktur. För att få till stånd en övergång krävs dels nya incitament, dels lägre investeringskostnader på installationssidan. Olika användargrupper kommer att efterfråga mervärde i form av anpassad funktionalitet och tjänster, samtidigt som hårdvara och infrastruktur måste hållas så homogena som möjligt. Båda dessa mål är dock möjliga att uppnå om den nya teknikens potential tas tillvara på ett intelligent sätt.

Halvledarljuskällor kan styras med en mycket finkornigare noggrannhet än traditionella ljuskällor och öppnar därmed upp för möjligheten att skapa mer-tjänster än ren belysning. Lysrör är en mycket utbredd och vanlig ljuskälla. Utlovade energibesparingar på upp till 80% har under de senaste 40 åren lett till att industri- och kontorslokaler idag så gott som enbart använder lysrör. Uppenbara nackdelar som kvicksilverhalten (upp till 10 mg per lysrör), ett fult linjespektrum, oscillerande ljusflöde samt radiostörningar har inte hindrat spridningen. De nya SSL-källorna är den första teknologi som på allvar kan hota lysröret. Det finns redan idag produkter på marknaden som använder lysrörets formfaktor, men fyller det med vita LED-enheter istället. Det här är en uppenbar väg att gå, och inom en överskådlig tid kommer de fluoriserande lysrören att vara utbytta. Den metoden utnyttjar emellertid inte på långa vägar den nya teknikens fulla potential.

iTube examensarbetet utgår från idén med LED-baserade lysrör, men kombinerar detta med tankar om ljuskällor som informationsbärare och som medium för social och teknisk kommunikation. Uppgiften är att utveckla styrbara lysrörs-ersättare innehållande RGBlysdioder, som kan visa alla färger, samt förse dessa med sensorer samt utrustning för radiokommunikation. Samt att på en uppsättning av dessa exemplifiera möjligheterna med en eller flera mer-tjänster. Fokus ligger först och främst på mer-tjänsterna och därför skall prototyperna i största möjliga mån bestå av existerande tekniska lösningar, snarare än att utveckla allt från grunden.

Examens-arbetet iTube kommer att slutföras under 2009.

## Referens

ERG Final Report ERG project no. 30150-1 , 2006-2008 ( SICS Technical Report 2008:14)

Socially Intelligent Interfaces for Increased Energy Awareness in the Home  
Jussi Karlgren, Lennart E. Fahlén, Anders Wallberg, Pär Hansson, Olov Ståhl, Jonas Söderberg  
and Karl-Petter Åkesson  
Lecture Notes in Computer Science  
Publisher Springer Berlin / Heidelberg  
Copyright 2008  
ISBN978-3-540-78730-3

Presented at Internet of Things 2008  
1st International Conference for Industry and Academia  
March 26-28, 2008 / Zürich

<http://www.sics.se/projects/erg>

<http://www.sics.se/projects/foe>

<http://www.sics.se/projects/elected>

[www.gridcar.se](http://www.gridcar.se)

---

Kista 091001

Lennart E Fahlén, Projektledare FOE  
lef@sics.se 070-6661539

# The Lyre: An interactive LED art piece

## Background

The interactive art piece "The Lyre", developed by SICS and II, had its inauguration in the Electrum building in Kista in November of 2008. The Lyre consists of six cylinders levitating in the space of the Electrum atrium. Configured as the Lyre, or Lyra, star constellation, it initially reflects activity in the building with color and animation. The name also has references to the greek mythodology, where Hermes created the string instrument lyre, which was connected to apollonian virtues of e.g. equilibrium.

The receiver of the art piece is Akademiska Hus, Sweden's largest property company, and the owner of the Electrum building. SICS and II are tenants in the building, and have developed The Lyre combining new technology with social interaction and aesthetics.

The project was initiated when the Interactive Institute was incorporated into the SICS Group and moved into the offices opposite SICS in the Electrum building. A project was started as a first cooperation project between the institutes.

An outcome from initial discussions was that the result of the project would have a physical manifestation in the building, and The Lyre is now suspended between the two offices.

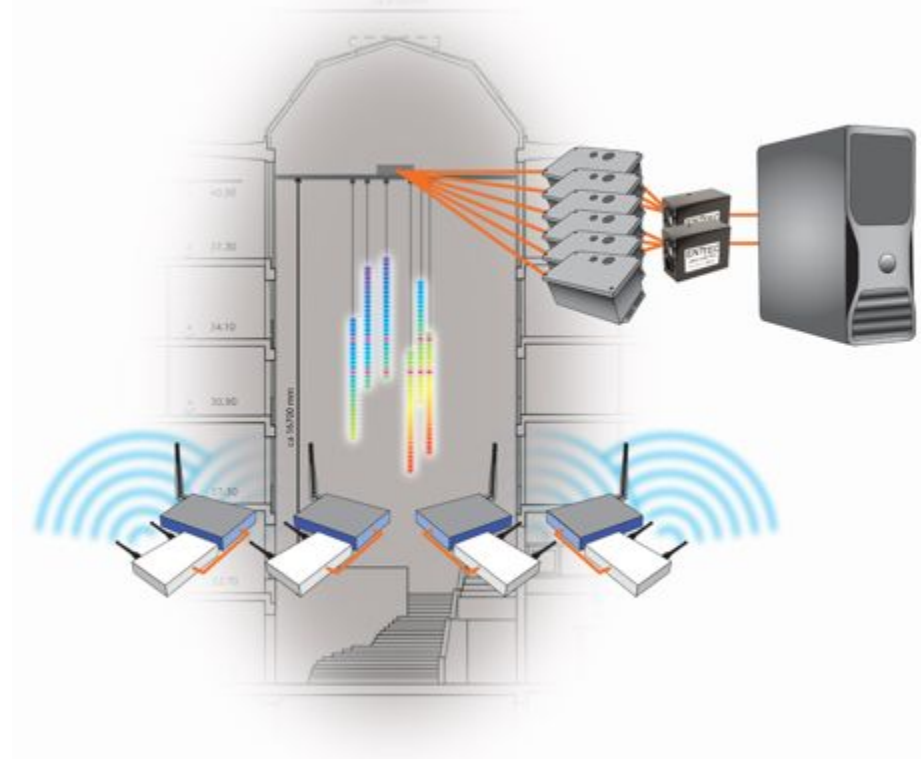
Another intention was to create an artist's platform, where invited artists would be able to create new behavior of The Lyre. Also, the LED-based Lyre can be seen as a contribution to the discussion on energy consumption, and in particular one of the big, potentially disruptive, technologies - Solid State Lighting (SSL), where energy consumption of light will be a less important factor for SSL, and it will also become a more of a design material. Some also read into it an entry in a discussion on Bluetooth and privacy.

## Overview

This document will give an overview to the system components as seen in the overview here, some brief information on the technology, and also the current system behavior.

The main components and technologies of the system to be explained are:

- LEDs
- DMX
- Processing
- OSC
- Bluetooth detection





## LEDs

The cylinders are configured according to the Lyra star constellation. Their heights are proportional to the stars' distances to Earth. In the cylinders there are a total of 2100 LEDs organized as 6 strips of 50 high-intensity rgb nodes, where the three color levels can be controlled individually. Each strip is powered and controlled by a drive unit, which in turn receives DMX control messages.



## DMX

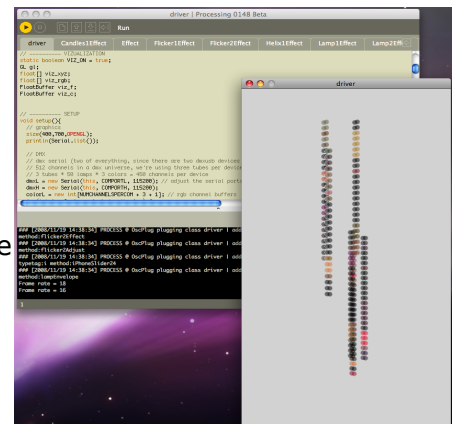
Communication with the drive units for the LED strips is done using DMX commands sent by a small DMX device connected via USB to the control computer. DMX, or DMX512-A, is a communications protocol that is most commonly used to control stage lighting and effects. DMX512 was originally intended as a 'lowest common denominator' protocol for use between interfaces supporting proprietary protocols. However, it soon became the primary method for linking not only controllers and dimmers, but also more advanced fixtures and special effects devices such as fog machines and moving lights. Since each DMX link can control 512 device attributes, in The Lyre two DMX USB devices are used to control the 900 channels (6 cylinders \* 50 nodes \* 3 colors). What generates the DMX commands is a program written in Processing.



## Processing

The program sending DMX commands to set the colors on each LED is written using Processing. The program, or sketch, implements a number of graphical primitives for the Lyre, such as dimming up and down a certain lamp in a certain cylinder. There is also a graphical 3D simulator which makes it easy to develop new behavior without any hardware (see screenshot).

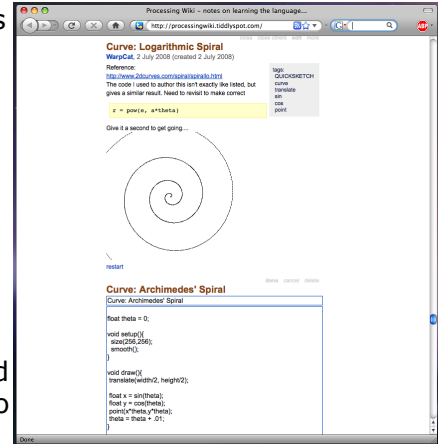
Processing is an open source project initiated at the MIT Media Lab. It is "a programming language and integrated development environment (IDE) built for the electronic arts and visual design communities", which aims to teach the basics of computer programming in a visual context, and to serve as the foundation for electronic sketchbooks. One of the stated aims of Processing is to act as a tool to get non-programmers started with programming, through the instant gratification of visual feedback. The language builds on the graphical capabilities of the Java programming language, simplifying features and creating a few new ones. It wasn't meant



as the ultimate language for visual programming, but claims to have set out to make something that was:

1. a sketchbook for their own work, simplifying the majority of tasks that they undertake
2. a teaching environment for that kind of process
3. a point of transition to more complicated or difficult languages like full-blown Java or C++ (a gateway drug to more geekier and more difficult things)

At the intersection of these points is a tradeoff between speed and simplicity of use. i.e. if they didn't care about speed, Python, Ruby or many other scripting languages would make far more sense (especially for the simplicity and education aspect of it). If they didn't care about transition to more advanced languages, they'd get rid of the crummy C-style (well, algol, really) syntax. etc etc. Java makes a nice starting point for a sketching language because it's far more forgiving than C++ and also allows users to export sketches for distribution via the web (click screenshot of complete (!) code to plot a math function). The Lyre sketch directly controlling the lights receives OSC messages to trigger different graphical primitives.

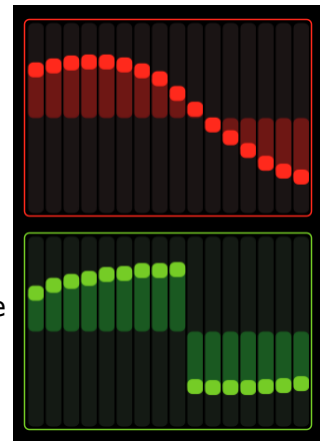


## OSC

OpenSound Control (OSC) is a communication protocol which allows musical instruments (especially electronic musical instruments such as synthesizers), computers, and other multimedia devices to share performance data in realtime over a network. OSC is meant to supersede the MIDI standard, which was defined in 1983 and which many consider inadequate for modern multimedia purposes. Because it is a networking protocol, OSC allows musical instruments, controllers, and multimedia devices to communicate via a standard home or studio network (TCP/IP, Ethernet) or via the internet. OSC operates at broadband network speeds, allowing new types of realtime interactions which were not possible because of MIDI "lag", although this is usually attributable to factors other than the inherent speed of MIDI propagation. OSC also gives musicians and media developers more flexibility in the kinds of data they can send over the wire, enabling new applications which communicate with each other at a higher level. OSC can transport over many protocols, but is commonly used with UDP. Features include

- Open-ended, dynamic, URL-style symbolic naming scheme
- Symbolic and high-resolution numeric argument data
- Pattern matching language to specify multiple recipients of a single message
- High resolution time tags
- "Bundles" of messages whose effects must occur simultaneously
- Query system to dynamically find out the capabilities of an OSC server and get documentation

There are dozens of implementations of OSC, including real-time sound and media processing environments, web interactivity tools, software synthesizers, a large variety of programming languages, and hardware devices. OSC has achieved wide use in fields including new computer-based interfaces for musical expression, wide-area and local-area networked distributed music systems, inter-process communication, and even from within a single application.



## Current application - Bluetooth detection

As a first application, the visualization is triggered by detecting presence of bluetooth phones on a number of locations in the building. There is a bluetooth detection system with four bluetooth nodes placed in the public areas on the ground floor of the building. These nodes are connected via wifi to a server process on the controller machine. Currently a java application talks to the server's api, implements the operation model explained below, and sends OSC messages to the controlling processing sketch.



Current everyday operation as shown in video above is as follows. Every time the system discovers a new bluetooth phone, it shows a "growing spheres" animation for a few seconds. When a bluetooth phone moves from one zone to another, an upwards "pulse" of a warmer color is shown for a few seconds. A disappearing bluetooth phone generates a downward colder color "pulse". When a new bluetooth phone, which has never been detected before, is discovered, it is assigned to a pattern of glowing row of lamps, where the color, position, size and time parameters are chosen at random. At any given moment The Lyre randomly renders the patterns associated with the (up to 50) last detected phones, from within the last 30 minutes. When activity goes down, the fewer patterns are rendered during a longer time. So, every time you look at The Lyre you can make a new hypothesis regarding what pattern you are associated with. During the inauguration ceremony, the lights were controlled by MIDI-generating wands, which also generated audio from a sophisticated real-time sound processing tool, see video below.

## Future operation and contributing code

Free libraries for sending OSC control messages are available in various languages, which makes controlling The Lyre fairly easy. Extending the main processing sketch with new graphical primitives is also straightforward. The suggested tool for an artist is using the stubs of code available for processing and the change-code-and-press-play IDE. There have been discussions with Akademiska Hus on the possibility of having The Lyre visualize energy usage in the building.

For information and contact (Jonas Söderberg and Pär Hansson @ ICE lab at SICS) see: <http://www.sics.se/projects/elecled>