

SHS-Facility

An intelligent system for building automation



SHS system node. Photograph: R. Peukert, IMMS.

Housing has been changing radically over a period of years. Empty buildings due to demographic change, a new legal framework and also the availability of new technology have forced landlords and real estate administrators into a rethink. The challenge now for the housing industry, with its typical investment period of many decades, is to achieve the sort of flat or apartment that can be individually tuned, is suitable to every age and stage of life, saves on energy and is online to connect its tenants to the world. The inhibiting factor for innovation is that any investment will benefit the tenant more than the investor. The effect of this is that innovatory concepts have first to meet the challenges not only of refinancing and sustainability over a long future but also of openness to future changes in technology and use.¹

IMMS is contributing to the Smart Home Services (SHS) network, which is at work on the various problems. The network is made up of the Verband der Thüringer Wohnungswirtschaft (a regional housing sector association) and a number of companies and research establishments. The joint project receives financial support from the Thüringer Aufbaubank (Thüringen Development Bank) under reference FKZ 2010 FE 9073 and the overall name of "SHS-Facility". Its stated aims are the development of a smart home system and services based on it, to benefit both the tenants and the operators of the property.

There is certainly a need: none of the currently available home automation solutions for locks, fire and smoke detection or for technical monitoring is fully satisfactory. All vary from manufacturer to ma-

nufacturer, operate as standalone systems and, frequently, cost so much that they are unaffordable. With the SHS project, the intention is to achieve an alternative, appropriate system

- that is a total system for application in housing management, both the home services and the facility services, so that synergy effects become a possibility,
- that reduces the investment costs by employing open, future-compliant architecture with a shared standard communication infrastructure,
- that provides networked analysis of the information generated, together with data security and privacy demanded by the law and desired by users.

A central component of Smart Home Services

IMMS has contributed significantly to the Smart Home Services solution by creating a shared communications infrastructure to be used by all the sensors, actuators and processing units involved. There is to be a single pivot enabling integration and coordination of the various subsystems: the SHS system node, a compact, low-priced, energy-efficient mini computer that will acquire, process and transfer data within residential or other types of buildings. This node is a tiny box calling up the data from switches, sensors and utility meters (Fig. 3) then preparing them for further processing. The data are stored and evaluated as a means of monitoring status and observing trends.

By the linking up of individual items of information, many applications can be used at one and the same time on the system node, such as intelligent water leakage alarms. There are inter- and intra-building applications which can be used in conjunction with the SHS node and a server on the Internet to enable energy optimisation of wider heating systems or broader monitoring of building status.

Because of its expertise in energy efficiency, complex embedded systems and open source solutions, IMMS took responsibility for the development of the platforms (hardware and software) for the SHS node. The crucial specifications (which have to date by no means been fulfilled in a single system) were as follows.

- Maximum flexibility at the communication interfaces,
- Interoperability with existing automation and metering systems for buildings,
- Hardware with low energy use and high energy efficiency,
- Low cost for both hardware and software,
- Easy start-up and installation of the software for the application on the embedded platform.

All these requirements are met by the modular hardware and software platform that IMMS developed. There are extension boards to allow the interface to be expanded. The system software is robust and has all the basic functions necessary for the hardware and for any networking with other systems. The software framework simplifies the development of applications and their integration into upstream automation systems. The platform is accompanied by comprehensive documentation and development tools which will make it easy to operate and extend.

The base board (Fig. 2) contains a 600 MHz TI AM3505 microcontroller which, in turn, contains a highly efficient ARM Cortex A8 microprocessor core. All the standard interfaces (RS232, USB and Ethernet) are present and can be extended by any device boards necessary to the application, within the 10 cm x 16 cm housing. Extensions are available in the form of a Wireless M-Bus extension board and the smart home extension board (with digital I/Os, RS484, KNX, USB) from Bischoff Elektronik, partner in the project.

Access to all information from smart phones, PCs and tablet PCs

User friendliness will always be crucial to public acceptance and successful use of systems like these. There are so many technical components included



Figure 1: Block of flats, Jena, with SHS demonstration system installed. Photograph: IMMS, System Design.

and settings required that intuitive graphics and operation are essential. It was a particular concern of IMMS to integrate the GUI seamlessly into the end user's familiar technological scene, so that a tenant will be able to access the SHS straight from his or her smart phone or tablet PC, and caretakers, whether on the spot or on their travels, will be able to interact with the building energy management systems from their laptops. Landlords, landladies and property managers will be able to interact with the SHS comfortably from their office desks via PC and Internet. IMMS has also taken account of the needs of particular groups by providing customized interfaces and menus (Fig 4.).

A flexible, adaptable service platform with open source software

The Institute has laid the full software basis to enable future developers to exploit SHS potential in its fullest possible way. This basis is a Linux operating system optimized by IMMS for this purpose. It enables the hardware on which it is installed to be run with maximum energy savings, even for applications that require realtime capabilities. The base board consumes only 1 Watt (approximately) and at full load within the network it runs on only 1.7 Watts. No solution with comparable performance has achieved such low energy consumption to date. The absence of licence costs and low investment risk associated with Linux (which never involves notice of expiry) are economic advantages speaking loudly in its favour.

Figure 2: Base board of the SHS system node. Photograph: IMMS.





Figure 3: Wireless water and heating meters and a smart meter gateway.
Photograph: IMMS, System Design.

C++ is the basic language of the software framework constituting the actual service platform, which draws on Qt, an open source library, and uses D-Bus (also open source) for interprocess communication. As web technology is the choice throughout, the user interface for the SHS node is extremely flexible. The web server is embedded and scripting languages available to developers are Python, JavaScript and QtScript.

Demonstration system applied jointly with Thüringen housing association

A number of Thüringen development partners for the SHS project have cooperated to install a prototype Smart Home System in certain blocks of flats together with the individual flats in Jena (Fig. 1). The partners are Bischoff Elektronik and Kirchhoff Datensysteme, users in the housing sector and IMMS. The demonstration system has already been handed over to its users. It enables not only the tenants to test out the home services of the building energy management system, but also the landlords and property owners. An instance of the application is a check for the risk of mould in critical walls or a remote check on whether the doors and windows are closed. The property manager, too, will have remote access to the central building controls and thus be able to get information automatically if technical problems have arisen. Critical points in the building as regards humidity, temperature distribution and energy consumption can be identified and the energy use managed optimally in the entire building. Users can operate the system and call up the data via the Internet or directly from their in-flat PC, smart phone or tablet.

Technical foundations for new applications

The development will be susceptible to much wider use beyond that of the SHS building energy management system. The high performance and flexibility of both the hardware and software will mean the system can be used in instances such as industrial process control or traffic and environmental monitoring systems. IMMS is already working together with research and industrial partners on these potential applications.

This project was completed in 2012 and saw IMMS successfully applying and extending its knowledge of complex embedded systems. In the course of the research into energy-efficient hardware platforms and flexible software frameworks, the institute obtained results which will be usable in wide reaching applications. They will lay the foundation for more projects, such as "S4ECoB", an EU research project to which IMMS is contributing its knowledge and skills and in which energy efficiency in buildings is improved in yet more ways.

Contact:

Dipl.-Ing. Wolfram Kattaneck
wolfram.kattaneck@imms.de

Bibliography:

1 Christian Kellner, Frank Schnellhardt, Gunnar Weiß, Tobias Werner: SHS – SmartHomeService-Lösung für die Wohnungswirtschaft, In: Intelligent Wohnen : Zusammenfassung der Beiträge zum Usability Day IX, 20. Mai 2011 (2011), S. 61 – 69.

IMMS published several papers in 2012 on this subject – cf. no. 2, 5, 29, 32, 38 and 50 in the publications list, p. 49ff.

Figure 4:
Smartphone and tablet with mould warning service and automatic lighting service.
Photograph:
IMMS, System Design.



SHS-Facility

Intelligentes System für die Gebäudeautomation



SHS-Systemknoten. Foto: R. Peukert, IMMS.

Die Wohnungswirtschaft befindet sich bereits seit Jahren im Umbruch. Leerstand durch demografischen Wandel, neue gesetzliche Rahmenbedingungen und auch neue Technologien zwingen Vermieter und Liegenschaftsbetreiber zum Umdenken. Die individualisierbare, für jedes Lebensalter geeignete, energieverbrauchssarme und mit der Welt vernetzte Wohnung ist die Herausforderung für eine Branche mit einem Investitionshorizont von mehreren Jahrzehnten. Innovationen werden oft gehemmt, da die Investitionen meist dem Mieter und nicht dem Investor nützen. Somit sind für neue Konzepte vor allem Refinanzierbarkeit, Zukunftsfähigkeit, Technologie- und Anwendungsoffenheit die Grundforderungen der Wohnungswirtschaft.¹

Das IMMS bringt sich in das Netzwerk „Smart Home Services“ (SHS) ein, das für dieses Problemfeld Lösungen erarbeitet. Es besteht aus Firmen, Forschungseinrichtungen und dem Verband der Thüringer Wohnungswirtschaft. Das gemeinsame und von der Thüringer Aufbaubank geförderte Projekt „SHS-Facility“ (FKZ 2010 FE 9073) hatte das Ziel, eine SHS-Systemlösung und darauf basierende Services für Mieter und Liegenschaftsbetreiber zu entwickeln.

Denn existierende Home-Automation-Lösungen, Schließsysteme, Brandmelder und Haustechniküberwachungssysteme werden den Anforderungen der Wohnungswirtschaft nur unzureichend gerecht, da sie herstellerabhängig, in sich geschlossen und wirtschaftlich häufig nicht tragfähig sind. Stattdessen sollte im Projekt eine geeignete Lösung mit folgenden Eigenschaften realisiert werden:

- Gesamtsystem für *alle* wohnungswirtschaftlichen Anwendungen (Home Services *und* Facility Services), welches Synergien zwischen diesen gezielt ermöglicht,
- offene und zukunftsfähige Systemarchitektur mit standardbasierter, gemeinsamer Kommunikationsinfrastruktur, um Investitionskosten zu senken,
- vernetzte Auswertung der im System entstehenden Informationen, mit der gesetzliche und nutzerseitig gewünschte Datenschutzbestimmungen eingehalten werden.

Zentraler Baustein für Smart Home Services

Das IMMS hat ein wesentliches Element der SHS-Systemlösung entwickelt, das eine gemeinsame Kommunikationsinfrastruktur für alle beteiligten Sensoren, Aktoren und Verarbeitungseinheiten bereitstellt. Dreh- und Angelpunkt bei der Integration der unterschiedlichen Teilsysteme ist der SHS-Systemknoten, ein kompakter, kostengünstiger und energieeffizienter Mini-Computer zur Datenerfassung, -aufbereitung und -weiterleitung in Wohnungen und Gebäuden. Diese kleine Box fragt die Daten von Schaltern, Sensoren und Verbrauchszählern (Bild 3) ab und bereitet diese für die weitere Verarbeitung auf. Um den Status zu überwachen und Trends zu beobachten, werden die Daten gespeichert und ausgewertet. Indem Einzelinformationen verknüpft werden, lassen sich direkt auf dem Systemknoten vielfältige Anwendungen re-

alisieren, wie z.B. intelligente Wassermelder. Im Zusammenspiel mit dem sog. SHS-Knoten, einem Server im Internet, sind auch wohnungs- und gebäudeübergreifende Anwendungen, wie energieoptimierte Heizungssysteme oder Gebäudezustandsüberwachung, möglich.

Das IMMS als Spezialist für Energieeffizienz, komplexe eingebettete Systeme und Open-Source-Lösungen war für die Entwicklung der Hardware- und Softwareplattform des SHS-Systemknotens verantwortlich. Hierfür gab es folgende erfolgskritische Anforderungen, die in ihrer Summe bislang noch nicht von einem Gesamtsystem erfüllt wurden:

- höchstmögliche Flexibilität bei Kommunikationsschnittstellen,
- Interoperabilität mit existierenden Hausautomations- und Metering-Systemen,
- niedriger Eigenenergieverbrauch und hohe Energieeffizienz der Hardware,
- niedrige Kosten für Hard- und Software,
- geringer Einarbeitungs- und Implementierungsaufwand für Anwendungssoftware auf der eingebetteten Plattform.

Das IMMS hat eine modulare Hardware- und Software-Plattform entwickelt, die alle diese Eigenschaften aufweist. Extensionboards erlauben Schnittstellenerweiterungen. Die robuste Systemsoftware besitzt alle Grundfunktionen, um die Hardware zu betreiben und mit anderen Systemen zu vernetzen. Ein Softwareframework vereinfacht die Entwicklung von Anwendungen und ermöglicht die Integration in übergreifende Automationslösungen. Eine umfangreiche Dokumentation und zugehörige Entwicklungswerkzeuge vereinfachen Betrieb und Ausbau der Plattform.

Das Basisboard (Bild 2) ist mit einem 600 MHz TI AM3505 Mikrocontroller ausgestattet, welcher einen hocheffizienten ARM Cortex-A8 Prozessorkern enthält. Die bereits vorhandenen Standardschnittstellen RS232, USB und Ethernet lassen sich durch anwendungsspezifische Extensionboards in dem 10 cm x 16 cm großen Gehäuse ergänzen. Verfügbar sind bereits das Smart-Home-Extension Board (mit digitalen I/Os, RS484, KNX, USB) des Projektpartners Bischoff Elektronik und ein Wireless M-Bus-Extension Board.

Zugriff auf alle Informationen mit Smartphone, Tablet und PC

Für die Akzeptanz und den Erfolg derartiger Systeme ist die Nutzerfreundlichkeit entscheidend. Die Vielzahl der technischen Komponenten und Einstel-

Bild 2: Basisboard des SHS-Systemknotens.

Foto: IMMS.



Bild 1: Wohnblock in Jena mit SHS-Demonstrationsumgebung.
Foto: IMMS, System Design.

lungsmöglichkeiten sowie die großen Datenmengen erfordern ein intuitives Bedien- und Darstellungskonzept. Daher hat das IMMS besonderen Wert darauf gelegt, die grafische Nutzerschnittstelle nahtlos in die vertraute Gerätwelt der Endanwender zu integrieren. So wird dem Mieter der Zugriff auf das SHS-System mittels seines eigenen Smartphones oder Tablets ermöglicht. Der Hausmeister hat unterwegs und vor Ort mit seinem Laptop Zugriff auf die Haustechnik. Vermieter und Liegenschaftsbetreiber können bequem aus ihren Geschäftsräumen mittels PC und Webbrowser mit dem SHS-System interagieren. Bedürfnisse unterschiedlicher Nutzergruppen hat das Institut durch speziell zugeschnittene Oberflächen und Aktionsmöglichkeiten berücksichtigt (Bild 4).

Open-Source Software für eine flexible und zukunftsfähige Serviceplattform

Das IMMS hat umfangreiche Software entwickelt, damit Entwickler das Potenzial des SHS-Systemknotens voll ausschöpfen können. Grundlage bildet ein eigen optimiertes Linux-Betriebssystem. Es ermöglicht im Zusammenspiel mit der Hardware einen extrem energieeffizienten Betrieb der Hardware – bei Bedarf sogar für echtzeitkritische Anwendungen. So beträgt der Energiebedarf des Basisboards nur ca. 1 Watt und selbst unter Vollast im Netzwerk nur ca. 1,7 Watt. Das wird bislang von keiner anderen bekannten Lösung mit vergleichbarer Leistungsfähigkeit erreicht. Aus wirtschaftlicher Sicht sprechen vor allem die Lizenzkostenfreiheit und die hohe Investitionssicherheit für Linux, da kein Abkündigungsrisiko besteht.





Bild 3: Funkauslesbare Wärmemengen- und Wasserzähler sowie Smart-Metering-Gateway. Foto: IMMS.

Die eigentliche Serviceplattform ist als C++-basiertes Softwareframework ausgeführt. Es baut auf der Open-Source-Bibliothek Qt auf und nutzt für die Interprozesskommunikation das Open-Source-Softwaresystem D-Bus. Da konsequent Webtechnologien eingesetzt werden, ist die Nutzerschnittstelle des SHS-Systemknotens äußerst flexibel. So stehen Entwicklern neben einem eingebetteten Webserver auch Python, JavaScript und QtScript zur Verfügung.

Demonstrationsanwendung gemeinsam mit der Thüringer Wohnungswirtschaft

Gemeinsam mit den Thüringer Entwicklungspartnern des „SHS-Facility“-Projektes, Bischoff Elektronik und Kirchhoff Datensysteme, und Anwendern der Wohnungswirtschaft hat das IMMS die prototypische SHS-Systemlösung in Wohnungen bzw. Wohnblöcken in Jena (Bild 1) installiert und in Form einer Demonstrationsanwendung zur Nutzung übergeben. Hier können sowohl Mieter Home-Services testen, als auch Vermieter und Liegenschaftsbetreiber Facility-Services erproben. So lässt sich in der Wohnung die Schimmelgefahr für kritische Wandbereiche erfassen oder von unterwegs der Schließzustand von Türen und Fenstern abfragen. Der Liegenschaftsbetreiber hat Fernzugriff auf die zentrale Haustechnik und kann sich automatisch bei technischen Defekten informieren lassen. Aus den Daten zu Temperaturverteilung, Luftfeuchtigkeit und Energieverbrauch lassen sich kritische Stellen am Bauwerk ermitteln und der Energieverbrauch ganzer Gebäude optimieren. Nutzer können sowohl über das Internet als auch direkt in der Wohnung über PC, Tablet oder Smartphone Daten abfragen und das System bedienen.

Technische Basis für neue Anwendungen

Die Entwicklung verfügt über großes Anwendungspotenzial auch außerhalb des SHS-Systems. Die Leistungsfähigkeit und Flexibilität der Hardware- und Softwareplattform ermöglicht deren Einsatz z.B. im Bereich industrieller Regelsysteme oder für Umwelt- und Verkehrsmonitoringsysteme, für die das IMMS bereits mit Partnern aus Forschung und Industrie an neuen Lösungen arbeitet.

In diesem 2012 abgeschlossenen Projekt hat das IMMS sein Know-how beim Entwurf komplexer eingebetteter Systeme erfolgreich angewendet und weiter ausgebaut. Bei der Erforschung energieeffizienter Hardwareplattformen und flexibler Softwareframeworks hat das Institut vielfältig nutzbare Ergebnisse gewonnen. Diese bilden auch die Grundlage für weitere Projekte, wie z.B. das europäische Forschungsprojekt „S4ECOB“, in die sich das IMMS mit seiner Kompetenz einbringt, um die Energieeffizienz in Gebäuden weiter zu erhöhen.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Wolfram Kattaneke
wolfram.kattaneke@imms.de

Literatur:

1 Christian Kellner, Frank Schnellhardt, Gunnar Weiß, Tobias Werner: SHS – SmartHomeService-Lösung für die Wohnungswirtschaft, In: Intelligent Wohnen : Zusammenfassung der Beiträge zum Usability Day IX, 20. Mai 2011 (2011), S. 61-69.

Zum Thema SHS hat das IMMS mehrere Beiträge veröffentlicht, vgl. Nr. 2, 5, 29, 32, 38 und 50 der Publikationsliste ab S. 49ff.



Bild 4: Smartphone und Tablet mit Schimmelwarn- und Lichtautomatik-Service. Foto: IMMS.