Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 102 (2011)
Heft: (10)

Artikel: Smart building
Autor: Delley, Antoine
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856861

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Smart Building

Gestion énergétique prédictive et autodidacte des bâtiments

En Suisse, les bâtiments sont responsables d'une part importante de la consommation d'énergie primaire. Le projet « Smart Building » a pour but d'optimiser leur gestion thermique grâce à l'utilisation de l'intelligence artificielle, ceci afin de leur permettre de tirer pleinement profit des dernières avancées technologiques dont ils disposent. Une réduction de consommation de 15 à 20 % est attendue. Le système pilote sera testé dans le nouveau bâtiment du Centre professionnel de Fribourg à partir de l'automne 2011.

Antoine Delley

Selon l'Office fédéral de l'énergie, les bâtiments utilisent environ la moitié de l'énergie primaire consommée en Suisse pour le chauffage, le climat intérieur, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les équipements [1]. Or, leur gestion thermique, en particulier celle des bâtiments qui bénéficient d'un fort apport solaire passif, requiert de nouvelles approches. En effet, même si ces ouvrages disposent des dernières avancées technologiques, les systèmes de régulation thermique actuels ne sont pas en mesure d'en tirer pleinement profit.

Le projet « Smart Building » de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg (EIA-FR) a été initié afin de remédier à ce constat en utilisant l'intelligence artificielle pour optimiser la consommation d'énergie thermique et le confort des bâtiments, tout en tirant profit des dernières avancées technologiques du domaine de la construction. Il s'agit d'élaborer un modèle, de concevoir des méthodes et de développer un système de gestion prédictif et autodidacte dans le but de réduire la consommation énergétique des bâtiments de 15 à 20 %. De plus, Smart Building procurera aux usagers des informations détaillées concernant leur consommation d'énergie thermique et électrique. Le système pilote sera testé dans le nouveau bâtiment du Centre professionnel de Fribourg à partir de l'automne 2011 (figure 1).

Les nouvelles technologies du bâtiment

Les bâtiments modernes mettent en œuvre, en plus d'une isolation performante, toute une panoplie de technologies et d'équipements pour réduire leur consommation énergétique. Parmi les plus répandus figurent les panneaux solaires thermiques et électriques, ainsi que les sondes géothermiques. Le projet « Smart Building » utilise cependant d'autres systèmes qui, pour l'heure, sont moins connus.

Figure 1 Nouveau bâtiment du Centre professionnel de Fribourg, entièrement vitré et à fort apport solaire passif. Différents types de vitrages sont mis en œuvre pour bénéficier au mieux de l'apport énergétique solaire.

Les dalles actives

Les dalles actives sont basées sur le même principe que le chauffage au sol, mais elles permettent aussi bien de refroidir que de chauffer les locaux. Dans le nouveau bâtiment du Centre professionnel de Fribourg, par exemple, l'eau sanitaire est préchauffée en refroidissant les dalles du bâtiment. Le gain est double puisqu'il faut moins d'énergie pour chauffer l'eau des douches de la halle de gymnastique, de la cuisine ou encore des lavabos, et qu'une source de froid artificielle n'est plus nécessaire.

Le puits canadien

Le Centre professionnel dispose également d'un puits canadien couplé à un échangeur de chaleur. Composé d'un réseau de canalisations enterrées sous le bâtiment, à travers lesquelles passe l'air qui sera ventilé dans les pièces, le puits canadien exploite le fait qu'en été, le sous-sol est en moyenne plus froid que l'air ambiant, alors qu'en hiver, c'est le contraire (figure 2).

Les différents types de vitrages

Différents types de vitrages constituent les façades du bâtiment. Les vitrages orangés de la figure 1 renferment, à l'intérieur du verre, des micro-lamelles inclinées à 30 degrés, placées à une distance déterminée de façon à ce qu'en été le rayonnement solaire soit réfléchi vers l'extérieur, alors qu'en hiver, il traverse la vitre et chauffe la pièce.

Les surfaces vertes correspondent à du verre isolant normal. Certaines de ces surfaces sont équipées d'ouvrants (fenêtres à ouverture verticale) avec commande centralisée. Leur ouverture est commandée par le système de régulation pour rafraîchir les pièces durant la nuit.

Derrière les vitrages de couleur grise de la figure 1 sont disposés des panneaux translucides d'une épaisseur de 2 cm qui renferment un composant biphasique (liquide-solide). Il s'agit d'eau à très forte

Figure 2 Exemple de puits canadien sous une maison familiale.

Figure 3 Panneau PCM (Phase Changing Material) disposé derrière le vitrage isolant pour atténuer les élévations de température dans la salle.

teneur en sel, qui cristallise lorsque la température passe en dessous de 24 °C et se liquéfie lorsque la température remonte au-dessus de cette limite. Durant le changement de phase solide-liquide, le panneau (figure 3) accumule énormément d'énergie sans monter en température. Il modère ainsi l'échauffement du local durant les chaudes journées d'été. Durant la nuit, le panneau restitue son énergie et son contenu redevient solide. L'effet d'un panneau PCM (Phase Changing Material) de 2 cm est similaire à celui d'un mur de béton de 30 cm d'épaisseur.

La gestion énergétique prédictive

Le système de gestion énergétique du projet « Smart Building » utilise également les prévisions météorologiques et la planification d'occupation des salles. Comme il s'agit d'une construction à grande inertie thermique – environ deux jours – le fait de savoir à l'avance qu'une salle renfermera 20 personnes qui dégageront environ 100 W chacune durant 8 heures, ou bien que le soleil éclairera les vitrages entre 10 h et 17 h le lendemain, permet d'économiser de l'énergie et d'améliorer le confort, car l'effet des sources de chaleur non commandées sera pris en compte.

Modélisation et simulation dynamique

Dans la première phase du projet, le comportement thermique du bâtiment a été simulé avec le logiciel IDA ICE (IDA Indoor Climate and Energy) [2]. La modélisation prend en compte la géométrie et l'orientation du bâtiment, ainsi que les obstacles alentour (figure 4).

Une simulation sur plusieurs années a été faite à partir des données climatiques du site d'implantation livrées par Météotest [3]. Elle a permis d'entraîner les réseaux de neurones artificiels [4] avant leur mise en service dans le bâtiment réel. La simulation thermique a également servi à analyser le risque de surchauffe dans les locaux exposés et à estimer la consommation énergétique du bâtiment complet sur un cycle annuel.

Le concept de Smart Building

Les systèmes de gestion de l'énergie thermique mis en œuvre actuellement dans les bâtiments ne sont pas à même d'utiliser l'ensemble des avancées technologiques du domaine de la construction de manière optimale. Généralement, un paramétrage type est introduit dans le système au départ. Il est ensuite adapté durant les premiers mois, voire la première année de fonctionnement, pour correspondre aussi bien que possible aux conditions climatiques standard que connaîtra le bâtiment durant sa vie future. Les automates pourraient cependant adapter les paramètres de manière dynamique afin de tendre continuellement vers un optimum.

L'utilisation de concepts issus de l'intelligence artificielle permet de prédire la réaction du bâtiment aux contraintes internes et externes, et ainsi de minimiser sa consommation d'énergie thermique tout en optimisant le confort thermique pour les usagers [5-7]. Pour ce faire, chaque salle du Smart Building est pilotée par un réseau de neurones artificiels.

Smart Control

Smart Control représente le cœur du système (figure 5). Il a pour but d'optimiser en permanence les consignes données aux éléments techniques, en se basant sur la situation actuelle (température, ensoleillement, etc.), mais aussi sur les conditions auxquelles le bâtiment sera soumis dans les jours à venir (prévisions météorologiques, occupation).

Smart Control est constitué d'un réseau de neurones pour chaque local du bâtiment, ainsi que d'un système de coordination entre réseaux de neurones de locaux adjacents. Ce système a été introduit pour tenir compte de l'influence mutuelle des locaux qui partagent un même équipement comme, par exemple, une dalle active ou une ventilation. Afin de livrer les consignes appropriées au réseau d'automates, Smart Control est capable d'analyser une multitude de paramètres fournis par les capteurs du bâtiment et de prendre en compte l'occupation future des locaux ainsi que les prévisions météorologiques.

Le système prédictif et autodidacte de Smart Control établit une « stratégie » de régulation tenant compte des valeurs actuelles des paramètres internes et externes du bâtiment, et des conditions

Figure 4 Visualisation graphique de la modélisation du comportement thermique du bâtiment avec le logiciel IDA ICE. Dans cette représentation 3D, la coloration correspond à une température (bleu = froid, rouge = chaud). Lors d'une simulation sur une période donnée, les couleurs évoluent avec la variation des températures et permettent de se rendre compte aisément si le niveau de confort fixé peut être garanti.

auxquelles il sera soumis dans les jours à venir. Il enrichit en permanence sa base de connaissance pour tendre vers un maximum d'efficacité. Avant sa mise en service, il a été entraîné grâce au modèle virtuel dans un mode de co-simulation.

Smart View

Smart View met à disposition de l'usager toutes les informations disponibles relatives à la consommation d'énergie électrique et thermique du bâtiment sous une forme attrayante pour les divers publics (administration, régie d'immeubles, conciergerie, entreprises d'automatisation du bâtiment, utilisateurs). A titre d'exemple, l'utilisateur a accès à des vues globales l'incitant à agir sur la consommation d'énergie, en particulier électrique. Le personnel des entreprises d'automatisation dispose aussi bien de vues globales, avec mise en évidence des dysfonctionnements (p. ex. température trop élevée dans un local), que de vues comparatives (p. ex. consommation durant le mois de décembre d'années différentes), ou encore de détails techniques (p. ex. température de l'eau à l'entrée et à la sortie d'une dalle active durant une période donnée).

Du point de vue de la consommation d'énergie électrique, la situation peut être grandement améliorée. Si la consommation globale d'un bâtiment est généralement connue, la part d'énergie utilisée par ses équipements techniques et les usagers sans que ces derniers en soient conscients, ne l'est pas (consommation du bâtiment sur laquelle les usagers n'ont pas d'influence directe : systèmes techniques, réfrigérateurs, serveurs, etc.). Or, cette part peut représenter plus de 50 % de la consommation totale. Des mesures effectuées sur le bâtiment de l'EIA-FR livrent même une valeur avoisinant les 70 %. La consommation d'énergie électrique du bâtiment peut être optimisée, mais il faut pour cela pouvoir identifier quels consommateurs sont responsables des principales déperditions, ce qui est rendu possible grâce à Smart View.

Passerelle de communication

Le logiciel Smart Building devra être en mesure de s'adapter à d'autres bâtiments sans devoir effectuer un nouveau développement complet. La passerelle de communication joue un rôle important dans ce processus. Elle permet de découpler les entités Smart Control et Smart View du réseau d'automates, donc du matériel. Elle traduit les valeurs métier (p. ex. températures) en consignes compréhensibles par les automates (p. ex. en volts ou milliampères), et vice-versa.

Base de données

La base de données renferme l'historique de tous les paramètres techniques du bâtiment sur plusieurs années. Elle est utilisée par Smart Control pour la gestion thermique et par Smart View pour informer sur la consommation énergétique du bâtiment.

Conclusion

Smart Building apporte aux partenaires du projet un avantage concurrentiel dans la gestion énergétique des bâtiments, en mettant à leur disposition des méthodes et des outils avant-gardistes de planification, gestion et contrôle de la consommation d'énergie.

La réussite du projet repose sur la collaboration de deux instituts HES-SO (Fri-

Figures: SmartBuilding

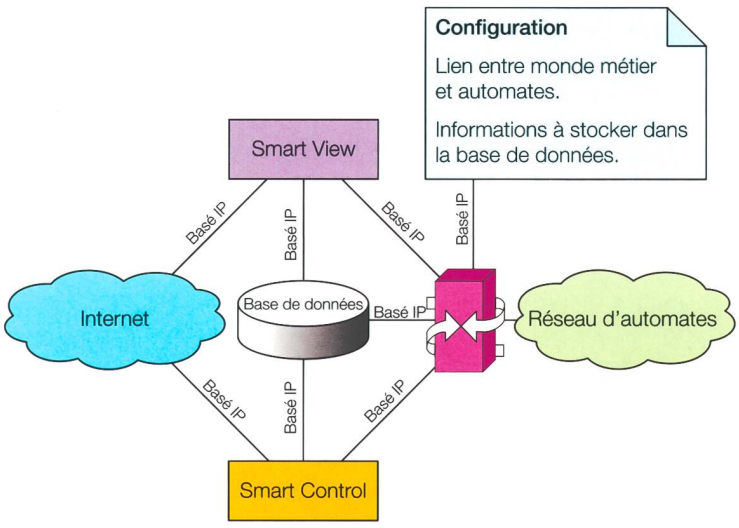


Figure 5 Schéma de principe du système prédictif et autodidacte de gestion énergétique de Smart Building.

Zusammenfassung **Smart Building**

Prädikatives und autodidaktisches Gebäude-Energie-Management

In der Schweiz wird ein Grossteil der Primärenergie von Gebäuden verbraucht. Mit dem Projekt «Smart Building» möchte man nun deren Wärmemanagement mithilfe der Nutzung künstlicher Intelligenz optimieren. Damit sollen Gebäude in die Lage versetzt werden, die Möglichkeiten des neuesten technologischen Fortschritts voll zu nutzen. Man rechnet mit einer Verringerung des Energieverbrauchs von 15 bis 20 Prozent. Das Pilotsystem wird ab Herbst 2011 im neuen Gebäude des Berufsbildungszentrums Freiburg getestet.

In diesem Artikel werden zunächst die neuesten Technologien vorgestellt, die in diesem Gebäude zum Einsatz kommen sowie die Modellrechnung und dynamische Simulation seines thermischen Verhaltens. So konnten künstliche Neuronennetze erstellt werden, die für das Wärmemanagement in jedem einzelnen Raum verantwortlich sind. Schliesslich wird das Konzept des prädikativen und autodidaktischen Gebäude-Energie-Managements «Smart Building» beschrieben, mit dessen Hilfe es möglich ist, einerseits die gebäudetechnischen Einstellungen ständig zu optimieren, und andererseits die Informationen in Bezug auf den Energieverbrauch zu visualisieren. CHe

bourg et Yverdon) avec de nombreux corps de métiers provenant d'horizons très différents : entreprises IT, fabricants d'automates programmables, bureaux d'ingénieurs en planification énergétique, entreprises d'automatisation et un bureau d'architectes [8]. Smart Building est soutenu financièrement par le Pôle scientifique et technologique du Canton de Fribourg, par la Réserve stratégique de la HES-SO et par les entreprises partenaires du projet.

Liens

- http://smartbuilding.eia-fr.ch
- www.eia-fr.ch
- http://antoine.delley.home.hefr.ch

Références

[1] Bundesamt für Energie BFE : Aperçu de la consommation d'énergie en suisse au cours de l'année 2008. www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_375301691.pdf.
[2] Logiciel de simulation thermique des bâtiments IDA ICE. www.equa.se/eng.ice.html.
[3] Météotest. www.meteotest.ch.
[4] Wikipedia fr. Réseau de neurones articiels. http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_neurones_artificiel.
[5] Projet Neurobat de l'EPFL-LESO. http://lesowww.epfl.ch/e/research_bmc_neurob.html.
[6] Projet Opticontrol de l'EPFZ. www.opticontrol.ethz.ch.
[7] Projet HOMES de Schneider Electric. www.homes-programme.com.
[8] Projet Smart Building, liste des partenaires. http://smartbuilding.eia-fr.ch.

Informations sur l'auteur

Antoine Delley est ingénieur diplômé en électrotechnique avec diplôme postgrade en informatique. Après huit années passées dans le développement de centraux électroniques et d'équipements de mesure de la qualité du réseau chez Autophon SA, il a dirigé pendant quatre ans un département de recherche sur les réseaux numériques chez Tricom Telecommunications, puis durant trois ans le département de recherche d'Ascom Tech sur les réseaux à large bande. Depuis 1989, il est professeur de télécommunications à la HES-SO Fribourg et également chef de l'Institut des technologies de l'information et de la communication.

HES-SO Fribourg, Ecole d'ingénieurs et d'architectes, 1700 Fribourg, antoine.delley@hefr.ch

Anzeige

Fachbuch

Hans Rudolf Ris:

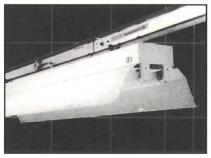
Elektrische Installationen und Apparate

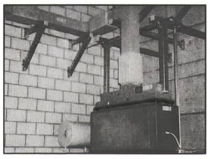
Die elektrische Installationstechnik und die zugehörigen Schalt- und Kommunikationsanlagen sind das Grundgerüst der modernen technischen Gebäudeinstallation. Elektrische Installationen und Apparate vermitteln in diesem Umfeld die Fachkompetenz und das theoretische Rüstzeug für die Planung, die Installation und den Betrieb. Geeignet ist das Buch für alle Stufen der beruflichen Aus- und Weiterbildung.

ISBN 3-905214-59-8, 559 Seiten, Listenpreis: CHF 128.–, Mitglieder Electrosuisse: CHF 96.–.

Bestellung:
Electrosuisse, Normenverkauf
Tel. 044 956 11 65, Fax 044 956 14 01
normenverkauf@electrosuisse.ch

electrosuisse





Ihre Sicherheit – unsere Kernkompetenz:

LANZ Stromschienen 25 A – 6000 A

- **LANZ EAE – metallgekapselt 25 A – 4000 A IP 55** für die änder- und erweiterbare Stromversorgung von Beleuchtungen, Anlagen und Maschinen in Labors, Werkstätten, Fabriken, etc. Abgangskästen steckbar.
- **LANZ HE – giessharzvergossen 400 A – 6000 A IP 68** Die weltbeste Stromschiene. 100% korrosionsfest. EN / IEC typengeprüft. Abschirmung für höchste EMV-Ansprüche. Auch mit 200% Neutralleiter. Anschlusselemente standard oder nach Kundenspezifikationen. Auch mit IP 68-Abgangskästen. Abrutschsicher verzahnte Befestigung (intl. pat.)

Speziell empfohlen zur Verbindung Trafo-Hauptverteilung, zur Stockwerk-Erschliessung in Verwaltungsgebäuden, Rechenzentren und Spitälern, zum Einsatz in Sportstadien, Kraftwerken, Kehrichtverbrennungs-, Abwasserreinigungs- und allen Aussenanlagen. Beratung, Offerte, rasche preisgünstige Lieferung weltweit von

lanz oensingen ag 4702 Oensingen Tel. 062 388 21 21

☐ Mich interessieren Stromschienen. Senden Sie Unterlagen.
☐ Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!

Name / Adresse / Tel. _____

S2

lanz oensingen ag
CH-4702 Oensingen Südringstrasse 2
Telefon 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24
www.lanz-oens.com info@lanz-oens-com