

ÚLTIMO OLHAR

Utilização Inteligente de Energia em Edifícios Públicos

Nos países da UE, o consumo de energia em edifícios representa cerca de 40% do consumo total de energia. Em alguns países, metade desta energia é gasta em climatização. Estima-se que a utilização eficiente de sistemas de gestão de energia de edifícios possa poupar cerca de 20% da energia gasta em edifícios, i.e., 8% do consumo total de energia na UE.

Em 3 diferentes áreas do edifício 8 da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Universidade do Algarve, no *Campus* de Gambelas, doze salas foram equipadas com dispositivos de aquisição sem fios, monitorizando a temperatura e humidade relativa do ar, a temperatura radiante média, o estado de portas e janelas e a atividade. Uma estação meteorológica, localizada no terraço do edifício 1 da FCT, mede, além de outras variáveis, a temperatura e humidade relativa atmosféricas, e a radiação solar

(PMV), proposto por Fanger [1] e utilizado pela American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer (ASHRAE). Este índice depende de seis fatores: taxa metabólica dos ocupantes, isolamento do vestuário, temperatura, humidade e velocidade do ar, e temperatura radiante média da sala em questão. Usa um código numérico entre -3 e +3 para representar a sensação térmica média de um grupo de ocupantes, correspondendo -3 a uma sensação de frio, +3 a uma sensação de calor e 0 a um valor neutro. Assumindo

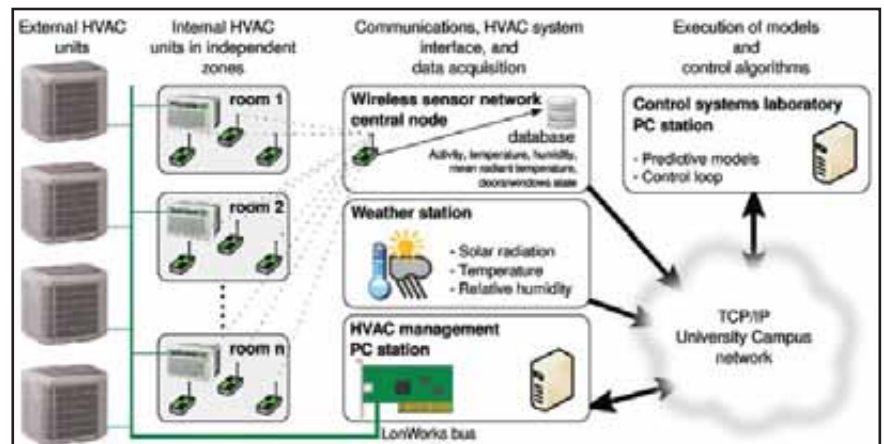


FIGURA 1: ESQUEMA DO SISTEMA UTILIZADO

global. O sistema de climatização instalado incorpora uma gestão centralizada dos vários sistemas existentes no edifício, permitindo a monitorização e o controlo de vários aspetos das unidades externas e internas.

O sistema descrito acima permite não só monitorizar, em tempo real, parâmetros importantes relativos ao conforto térmico de cada uma das salas, mas também efetuar o controlo remoto dos sistemas de climatização. Para esse controlo, em vez de se regular a temperatura ambiente (solução usada na grande maioria dos sistemas de climatização), utilizou-se o índice *Predicted Mean Vote*

que a atividade normal dos ocupantes das salas é escrever, ou ler, sentados, é possível arbitrar um valor para a taxa metabólica (neste caso 1.05 Met). Assumindo um vestuário típico dependente da época do ano, podem atribuir-se valores típicos para o isolamento do vestuário (foram usados os valores de 0.67, 1.03 e 0.55 Clo). Todas as outras variáveis são medidas, o que permite calcular o índice PMV em tempo real.

Se se conseguir prever a evolução, ao longo do tempo, da temperatura, humidade, velocidade do ar e temperatura radiante média numa sala, consegue-se, utilizando o esquema anteriormente descrito, prever a evolução do PMV da sala.

Como a evolução dessas variáveis depende tanto do clima externo como do estado do sistema de climatização, prevendo a evolução de variáveis importantes do clima externo, e a sua influência nas variáveis atrás mencionadas, temos assim um modo de prever a evolução do PVM em cada sala, como função do estado do sistema de climatização, tendo em conta a evolução do clima externo.

Foram criados três modelos preditivos, baseados em redes neuronais, para prever a evolução da radiação solar, da temperatura e da humidade relativa atmosféricas. Utilizando os resultados desses modelos foram construídos 2 modelos adicionais para cada sala, que preveem a evolução da temperatura e da humidade relativa internas, como função da evolução das variáveis atmosféricas atrás mencionadas, e da temperatura de referência aplicada ao(s) sistema(s) de climatização de cada sala. Detalhes da construção desses modelos podem ser encontrados em, por exemplo, [2]. Temos, portanto, os meios de prever a evolução do PVM, e a possibilidade de usar técnicas de controlo preditivo para o controlo do sistema de climatização.

Neste trabalho foi utilizada a técnica *Branch-and-Bound* para ligar/desligar o sistema de climatização e, no caso de ligado, determinar a temperatura de referência. O leitor mais interessado pode encontrar detalhes deste técnica em, por exemplo, [3]. O problema de controlo foi assim formulado como a minimização da energia gasta, assegurando que o PVM se encontra numa banda entre -0.5 e +0.5.

A figura 2 ilustra a operação do sistema para uma das salas (um laboratório de ensino de informática) num período de 48 horas. Nestas figuras, o valor 1 de *Activity* denota atividade na sala. Os sinais a verde e a vermelho da figura de cima representam a temperatura da sala medida e estimada, respetivamente, o sinal a azul a temperatura atmosférica medida, e o sinal a preto a temperatura de referência do sistema de climatização (calculada pelo algoritmo). Na figura abaixo, os sinais a azul-escuro e a azul-claro representam a humidade relativa medida e a estimada, respetivamente, e a verde e vermelho estão representados o PVM medido e o estimado.

Independentemente de se utilizarem 5 modelos preditivos (alguns em cascata), as predições são muito semelhantes aos valores medidos. Na maior parte do tempo, o sistema de climatização está desligado (isto é, não há consumo de energia), mantendo-se a sala numa situação de conforto térmico. O sistema de climatização atua só em situações onde prevê que a sala entre em desconforto térmico.

- [1] FANGER, P.O. (1972). *THERMAL COMFORT: ANALYSIS AND APPLICATIONS IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING*. MCGRAW-HILL, NEW YORK.
- [2] FERREIRA, P.M. AND RUANO, A.E. (2011). *EVOLUTIONARY NEURAL NETWORK MODELS IDENTIFICATION: EVOLVING TASK-OPTIMISED MODELS*. IN *NEW ADVANCES IN INTELLIGENT SIGNAL PROCESSING*, VOL 372 OF *STUDIES IN COMPUTATIONAL INTELLIGENCE*, 21–53. SPRINGER.
- [3] FERREIRA, P.M. AND RUANO, A.E. (2008). *DISCRETE MODEL BASED GREENHOUSE ENVIRONMENTAL CONTROL USING THE BRANCH & BOUND ALGORITHM*. IN *PROC 17TH IFAC WORLD CONGRESS*, VOL 17. SEOUL, KOREA.

António E. Ruano, Pedro M. Ferreira, Sérgio Silva, Eusébio Z. E. Conceição

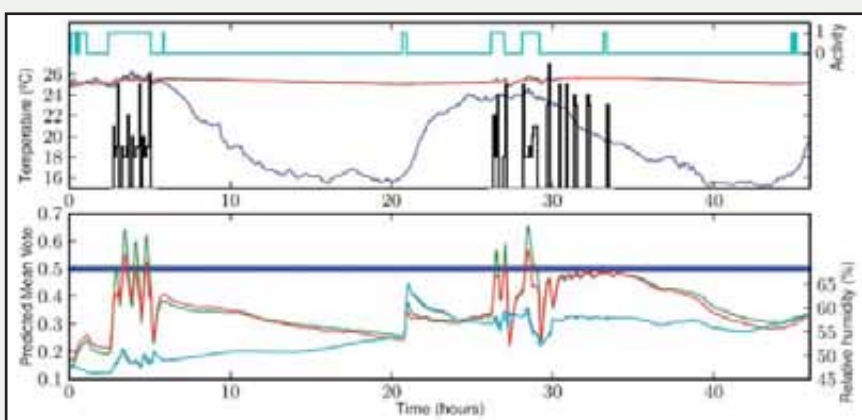


FIGURA 2: CONTROLO PREDITIVO PVM