

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5539240号
(P5539240)

(45) 発行日 平成26年7月2日 (2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014.5.9)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 4 F 11/02 (2006.01)	F 2 4 F 11/02 L
	F 2 4 F 11/02 1 O 4 A
	F 2 4 F 11/02 1 O 3 C

請求項の数 18 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-28093 (P2011-28093)	(73) 特許権者	597067574
(22) 出願日	平成23年2月14日 (2011.2.14)		ミツビシ・エレクトリック・リサーチ・ラ
(65) 公開番号	特開2011-202942 (P2011-202942A)		ボラトリーズ・インコーポレイテッド
(43) 公開日	平成23年10月13日 (2011.10.13)		アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ケ
審査請求日	平成25年11月29日 (2013.11.29)		ンブリッジ、ブロードウェイ 201
(31) 優先権主張番号	12/730,326		201 BROADWAY, CAMBR
(32) 優先日	平成22年3月24日 (2010.3.24)		IDGE, MASSACHUSETTS
(33) 優先権主張国	米国 (US)		O2139, U. S. A.
早期審査対象出願		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 暖房／換気／空調 (HVAC) システムを制御する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

暖房／換気／空調 (HVAC) システムを制御する方法であって、
 複数の移動サイトの各々から固定サイトへの移動時間を求めるステップと、
 前記固定サイトにおける HVAC システムの調節時間を求めるステップと、
 前記移動時間のいずれかが前記調節時間よりも小さいときに、前記 HVAC システムを
 ON にするステップと、

前記移動時間のすべてが前記調節時間にしきい値時間を加えたものよりも大きいときに
 、前記 HVAC システムを OFF にするステップと

を含み、前記調節時間は建物熱モデルを使用して求められ、各前記ステップはプロセッ
 サで実行され、

各前記移動サイトは前記固定サイトへ別個の前記移動時間を送信し、
 前記固定サイトは別個の前記調節時間を求め、前記 HVAC システムは同一の環境を共
 有する複数の占有者の各々に対して別個の前記しきい値時間を用いて、

前記移動サイトは移動送受信機及び移動ロケータを含み、前記固定サイトは各前記移
 動サイトとネットワークを介して通信を行うための前記プロセッサと固定送受信機とを含
 む、

方法。

【請求項 2】

前記移動ロケータは全地球測位システムである、請求項 1 に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

前記移動ロケータは移動電話であり、前記移動サイトのロケーションは移動電話サービスプロバイダーによって提供される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記移動時間は、前記移動サイトのロケーションから求められる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記移動時間は交通条件及び天候条件に依存する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記移動時間は、これまでの移動パターンから得られた確率的情報に基づくと共に、移動モード、日時、日付、及び曜日を考慮する、請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 7】

前記移動時間は、公共交通機関のスケジュールに基づいて求められる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記移動時間は、前記固定サイト又は前記移動サイトのいずれかにおいて求められる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記移動時間は、前記固定サイトへ定期的に送信される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記移動時間は、前記固定サイト又は前記移動サイトのいずれかによる要求により送信される、請求項 1 に記載の方法。 20

【請求項 11】

前記調節時間は一定である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記調節時間は、日周変動及び年周変動について、天気予報に従って調整される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記調節時間は、前記固定サイトにおける内部環境条件について調整される、請求項 1 に記載の方法。 30

【請求項 14】

前記調節時間は、前記 H V A C システムが最大能力で動作した場合について求められる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記固定サイトは、前記移動サイトのそれぞれについて別個の調節時間を推定する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

前記調節時間はゆっくりと変化する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

前記モデルは、窓を通る熱利得及び熱貫流、対流及び伝導、遮光、並びに断熱を考慮する、請求項 1 に記載の方法。 40

【請求項 18】

前記調節時間は熱的性質の制約を満たす、請求項 17 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、包括的には、暖房／換気／空調（H V A C）システムの分野に関し、より詳細には、エネルギー節減プログラマブル H V A C システムに関する。

【背景技術】

【0002】

暖房／換気／空調（H V A C）システムは、大量のエネルギーを消費する。一般に、使用環境の暖房動作及び冷房動作は、1つ又は複数のサーモスタットで自動的に制御される。サーモスタットは、中央に1つ配置することもできるし、複数個を分散させることもできる。通常、H V A Cシステムの動作は、事前に設定された温度範囲（limit）に従っている。

【0003】

多くの使用環境は、時に人に占有されていない場合があるので、これによって、エネルギーが浪費される。人に占有されていることは、動き検出器で判断することができる。しかしながら、使用環境を望ましい温度に暖房又は冷房するのに必要とされる時間はかなりの時間を要し、おそらく、使用環境が人に占有される時間よりも長い時間を要する。

10

【0004】

動作スケジュールを使用することは可能である。しかしながら、これは、占有期間が不規則であるとき又はスケジュールが頻繁に変化するときには実用的ではない。また、スケジュールは、休日、休暇、旅行、計画にない（予期せぬ）欠席、及び占有ルーチンに対する他の変更に対応していない。したがって、スケジュールは、人に占有されていることの最良の推量であるにすぎない。

【0005】

或るシステムは、ロケーションウェア移動電話（location-aware mobile phone）から得られた移動先から自宅までの移動距離に基づくジャストインタイムの暖房及び冷房を使用することによって、手動及びプログラマブルのホームサーモスタットを補強している（非特許文献1）。このシステムは、居住空間の占有者がその空間に到着するのに必要な時間が、その空間を快適な温度にするのに要する時間よりも短くなるときにのみその空間の暖房又は冷房を開始する。

20

【0006】

そのシステムは、電話等のGPS対応デバイスを使用して、ユーザの現在のロケーションを求め、公に利用可能なマッピングシステム（MapQuest）を使用して、ユーザの現在のロケーションから、調節される空間に到着する時間を計算している。

【0007】

空間を快適な温度にするのに必要な時間を計算するために、そのシステムは、暖房／冷房ルックアップテーブルに記憶された経験的データを使用する。屋内及び屋外の温度の所与の組み合わせについて、このテーブルは、空間を快適な温度に暖房又は冷房するのに要する時間を記憶している。各テーブルは、特定のロケーションに設置された暖房／冷房システムのタイプに特有のものである。それらのテーブルは、測定結果から住宅ごとに個別に構築しなければならないので、そのシステムは一般性（一般化すること）に欠けている。さらに、限られた時間期間からの観測データは、通常、将来遭遇し得る屋内及び屋外の温度のすべての可能な組み合わせを含んでいない。

30

【0008】

そのシステムの別の不利な点は、移動時間及び調節時間を常に再計算して比較する必要があるということである。GPS対応移動デバイスは、バッテリーによって電力供給を受けるので、そのデバイスと調節される空間との間の絶え間ない通信は、移動デバイスのバッテリーを消耗させ、その結果、データ通信トラフィックが多くのコストを要する可能性もある。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】グプタ（Gupta）他、「従来のサーモスタットへのGPS制御の付加：エネルギー節減の可能性の探究及び設計課題（Adding GPS-Control to Traditional Thermostats: An Exploration of Potential Energy Savings and Design Challenges）」（Book Pervasive Computing, Volume 5538/2009, pp. 95-114 May 2009）

【発明の概要】

50

【0010】

本方法は、移動サイトから固定サイトへの移動時間を求めると共に、事前に計算された建物熱モデルに基づいて固定サイトにおける暖房／換気／空調（H V A C）システムの調節時間を求めることによって、H V A Cシステムを制御する。

【0011】

H V A Cは、移動時間が調節時間よりも短い場合にO N状態に維持され、そうでない場合に、O F F状態に維持され、調節時間は建物熱モデルを使用して求められる。

【0012】

空間占有者によって携行される移動デバイス及び調節される空間に設置された建物H V A Cシステムは、データトラフィックが最小限となるプロトコルに従って通信する。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態によるH V A Cシステムを制御するシステムの概略図である。

【図2 A】本発明の実施形態によるH V A Cシステムを制御するフロー図である。

【図2 B】本発明の実施形態によるH V A Cシステムを制御する状態遷移図である。

【図3】本発明の実施形態によって使用される条件付きロジックのテーブルである。

【図4】移動時間の関数としての環境条件のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の実施形態は、暖房／換気／空調（H V A C）システムを動作させる方法を提供する。この方法は、人が、制御されている使用環境に到着する移動時間、及びH V A Cシステムの調節時間を使用する。

20

【0015】

図1は、固定サイト（職場）101、及びロケーションx211における移動サイト102を示す。例えば、移動サイトは、固定サイトに向かって移動している。移動サイトは、固定サイトに向かっている人を含む。移動サイトは、移動通信デバイス170を携行する自動車、公共交通機関、自転車、又は人とすることができる。デバイス170は、移動送受信機171、移動ロケータ172、及び移動プロセッサ173を含む。

【0016】

固定サイト101はH V A Cシステム150を含む。H V A Cシステム150は、固定プロセッサ151と、移動送受信機171と同様の固定送受信機152とに接続されている。最も単純な形態では、H V A Cシステムは、ボイラー、及び場合によっては空気循環手段を含む。

30

【0017】

固定サイト及び移動サイトは、送受信機152及び171を使用して、例えばインターネットといったネットワーク160を介して相互に通信することができる。

【0018】

移動サイトが固定サイト101に到着する移動時間λ221は、移動サイト102のロケーションx211から推定することができる。ロケーションは、例えば全地球測位システム（G P S）といったロケータ172、又は車両の移動電話といった移動通信デバイスを使用して検知することができ、移動サイトのロケーションは、移動電話サービスプロバイダーによって提供される。ロケータは、固定ロケーションB l u e T o o t hビーコンと通信するB l u e T o o t hデバイスとすることもできる。移動時間は、ネットワークを介して入手可能な範囲で、移動サイトと固定サイトとの間の交通条件及び天候条件も考慮することができる。

40

【0019】

図2 Aに示すように、固定サイトは、環境条件229及び建物熱モデル228から調節時間Θ231を推定する（230）。環境条件は、固定サイトの外部温度及び直射日光照明を含むことができる。これらは一定であるか又はゆっくりと変化すると仮定されるが、そうでない場合、それらは、日周変動及び年周変動について天気予報に従って調整するこ

50

とができる。天気予報も、ネットワークを介して容易に入手可能である。

【0020】

建物熱モデル228は、環境条件（例えば外部温度、日射）と、熱を建物の内外に能動的に移動させるHVACシステム150の動作とに対する建物の熱応答を表す。一般的なタイプの建物熱モデルは、グレイボックスモデルであり、このグレイボックスモデルでは、建物は熱回路としてモデル化される。建物熱モデルは、窓を通る熱利得及び熱貫流、対流及び伝導、遮光、並びに断熱等のファクタを含むことができる。建物熱モデルは、HVACシステム150によって供給される任意の熱量について、建物の状態を連続的に追跡し、建物の内部温度の今後の展開を予測することができる。調節時間 Θ 231を計算するために、建物熱モデルは、HVACシステム150が全出力で動作されている場合の内部温度の今後の展開を求めるのに使用される。内部温度が快適なしきい値、例えば70Fに達するに必要な時間が調節時間 Θ 231となるように求められる。

10

【0021】

次に、移動時間221と調節時間231との間の差240を使用して、HVACシステム150の動作250をどのように維持するのかを求めることができる。

【0022】

図2Bに示すように、HVACは、調節時間制約262が満たされるまでOFF状態261に維持される。次に、HVACは、調節時間制約264が満たされるまでON状態263に維持される。すなわち、移動時間が調節時間よりも短い場合に、HVACがON状態に維持され、そうでない場合に、HVACがOFF状態に維持される。移動時間221は、これまでの移動パターンから得られた確率的情報に基づくと共に、移動モード、日時、日付、及び曜日を考慮して決定される。また、移動時間は、公共交通機関のスケジュールに基づくこともできる。移動時間は、固定ロケーションにおいて求めることもできるし、移動ロケーションにおいて求めることもできる。移動時間は、定期的に送信することもできるし、固定サイト又は移動サイトのいずれかが、移動時間の通信を明示的に開始することもできる。

20

【0023】

図2Aは本発明者らの方法を示す。移動サイトのロケーションx211は、定期的を検知される(210)。ロケーションを使用して、固定サイトまでの移動時間 λ 221を推定することができる(220)。しきい値時間 ε 239を使用して、効率性を減少させるON状態とOFF状態との間の高速な遷移を回避することができる。

30

【0024】

図3は、本発明者の発明の一実施形態が固定サイトと移動サイトとの間の通信をスケジュールリングするのに使用するロジックを示す。この実施形態では、規則正しくスケジュールリングされた通信がなく、固定サイト又は移動サイトのいずれかが、通信を開始することができる。図3は、HVACシステムの現在維持されている状態301と、サイト302と、移動時間 λ 、調節時間 Θ 、及びしきい値時間 ε に基づく制約303とを示す。

【0025】

サイト間に通信があるときはいつでも、移動サイトは移動時間 λ 221を固定サイトへ通信し、固定サイトは調節時間 Θ 231とHVACシステムの現在維持されている状態301とを移動サイトへ通信する。固定サイトは λ を記憶し、移動サイトは Θ を記憶する。HVACの各現在の状態301について、制約303がHVACシステムの対応する状態について真になったときに、通信がサイト302によって開始される。

40

【0026】

図4(a)及び図4(b)にそれぞれ示すように、HVACシステムがONであるとき、システムはさまざまなモードで動作することができることに留意すべきである。例えば、移動が比較的大きい場合、HVACは、長い期間にわたって使用環境をゆっくりと調節することができる。すなわち、HVACシステムの出力はゆっくりと「上昇」する。これによって、エネルギー消費が最小になる。移動時間が変化した場合、調節時間はそれに依って変化することができる。移動時間が短い場合、HVACは、所望の内部環境条件に達

50

するように最大能力で動作することが必要となり得る。すなわち、調節時間は移動時間に実質的に比例する。このように、一実施形態では、移動サイトから固定サイトへの移動時間が求められ、HVACシステムの動作が、その移動時間に従って設定される。

【0027】

別の実施形態では、移動サイトによる通信を最小にするように、この方法の複数のインスタンスが協調することができる。例えば、移動サイトに関連した人は、固定職場サイト及び固定住居にいる可能性がある。この場合、その人が出勤しているのか又は帰宅しているのかに応じて、移動時間及び調節時間を各サイトについて求めることができる。

【0028】

HVACシステムは、複数の個人が占有することができる環境用のものとすることができる。この場合、移動時間、調節時間、及び条件付きロジックは、各個人について求められ、HVACは、条件が1つでも該当すべきであることを示しているときにON状態に維持され、すべての条件が、該当すべきでないことを示しているときにOFF状態に維持される。

【0029】

N人の個人が同じ使用環境を共有するが、環境条件について異なる好みを有する場合、固定サイトは、各占有者 ($\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_N$) について別個の θ を計算することができる。各移動サイトは、個別の λ 、すなわち ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$) を通信することができる。さらに、HVACシステムは、各占有者 ($\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots, \varepsilon_N$) について、別個のしきい値時間 ε を使用することができる。HVACは、調節時間 ($\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_N$) のいずれかがその対応する移動時間 ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_N$) よりも大きいときにON状態に遷移する。HVACは、 θ_N にしきい値時間 ε_N を加えたものが、すべての対応するNについて移動時間 λ_N よりも小さいとき、OFF状態に遷移する。

【0030】

この方法は、例えば照明装置、ボイラー、コーヒーマーカー、及び冷水器といった他の機器にも使用することができることに留意すべきである。照明装置の場合、 $\theta = 0$ である。デスクトップコンピューターの場合、調節時間は、そのコンピューターをアクティブ化するのに必要とされる時間であり、 θ は定数である。

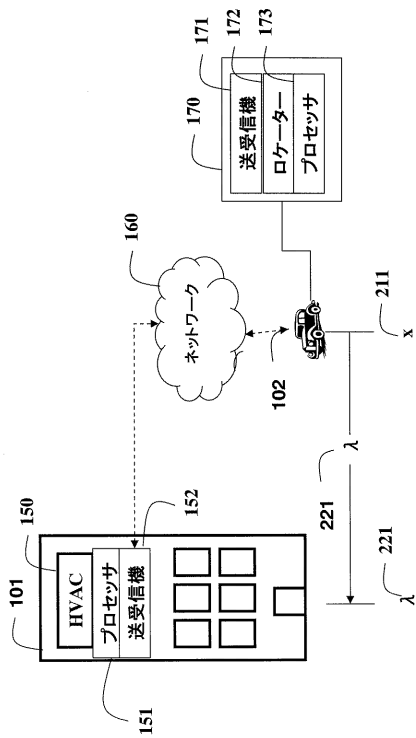
【0031】

したがって、一般的な場合、このシステムは、個人が使用環境にいるときにON状態に維持する必要があると共に、使用環境が人に占有されていないときにOFF状態に維持する必要がある使用環境における任意の機器又はそのような使用環境用のための任意の機器である。このシステムは、占有者が到着するかなり前に空間の調節を開始することによって占有者の快適さを保証することができるように、調節時間がゼロよりもかなり大きい、同時に、長い期間中、エネルギーを安全に保存することができるように、調節時間がこのような長い期間の占有者の移動時間よりも小さいときのエネルギー節減において最も効果的である。

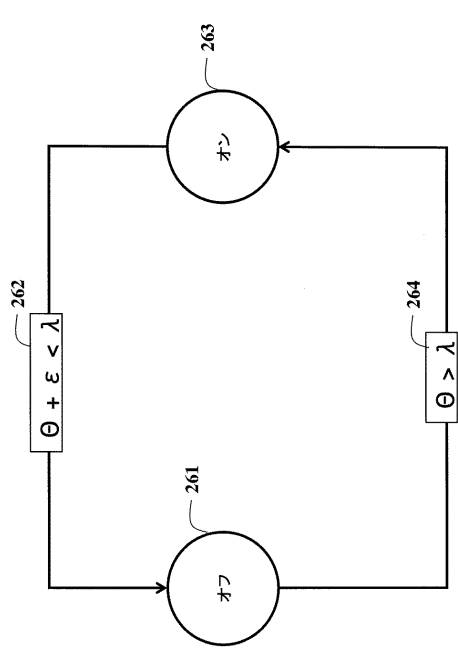
【0032】

本発明を好ましい実施形態の例として説明してきたが、本発明の精神及び範囲内において、他のさまざまな適応及び変更を行うことができることが理解されるべきである。したがって、本発明の真の精神及び範囲内に入るすべての変形及び変更をカバーすることが特許請求の範囲の目的である。

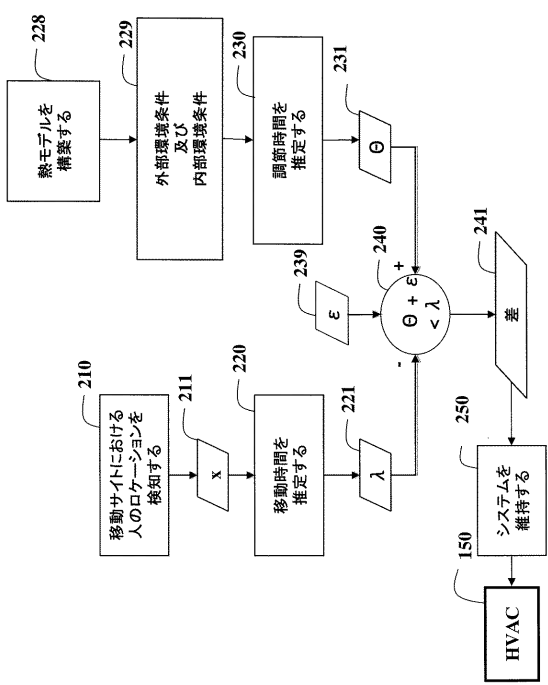
【図 1】



【図 2 B】



【図 2 A】

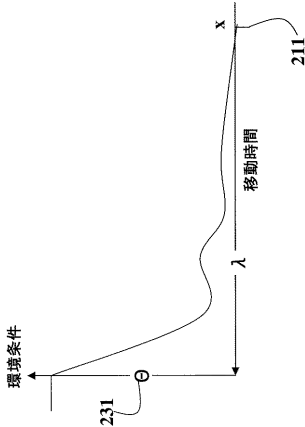


【図 3】

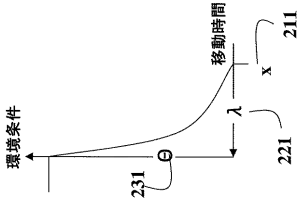
送信用ロジック			
HVAC 状態	サイト	制 約	
OFF	固定	$\Theta > \lambda$	303
OFF	移動	$\lambda < \Theta$	
ON	固定	$\Theta < \lambda - \epsilon$	
ON	移動	$\lambda > \Theta + \epsilon$	

【図 4】

(a)



(b)



フロントページの続き

- (74)代理人 100122437
弁理士 大宅 一宏
- (74)代理人 100147566
弁理士 上田 俊一
- (74)代理人 100161171
弁理士 吉田 潤一郎
- (74)代理人 100161115
弁理士 飯野 智史
- (72)発明者 ダニエル・ニコヴスキ
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ブルックライン、ウェブスター・ストリート 20、アパートメント 303
- (72)発明者 クリストファー・ラフマン
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ウォルサム、ハイ・ロック・サークル 5

審査官 河内 誠

- (56)参考文献 特開平07-243686 (JP, A)
特開2005-295160 (JP, A)
特開2002-264635 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F24F 11/00～11/08