(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5089577号
(P5089577)
(45)発行日　平成24年12月5日(2012.12.5)　(24)登録日　平成24年9月21日(2012.9.21)

(51)Int.Cl.　　F I
B66B 1/18 (2006.01)　　B66B 1/18 Z
B66B 1/06 (2006.01)　　B66B 1/06 K

請求項の数 15　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2008-510602 (P2008-510602)
(86)(22)出願日　平成18年5月5日 (2006.5.5)
(65)公表番号　特表2008-540294 (P2008-540294A)
(43)公表日　平成20年11月20日 (2008.11.20)
(86)国際出願番号　PCT/FI2006/000145
(87)国際公開番号　WO2006/120283
(87)国際公開日　平成18年11月16日 (2006.11.16)
審査請求日　平成21年4月10日 (2009.4.10)
(31)優先権主張番号　20050504
(32)優先日　平成17年5月12日 (2005.5.12)
(33)優先権主張国　フィンランド(FI)

(73)特許権者　591159044
コネ　コーポレイション
ＫＯＮＥ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
フィンランド共和国　エフアイエヌ－００３３０　ヘルシンキ、カルタノンティエ　１
(74)代理人　100079991
弁理士　香取　孝雄
(72)発明者　タイニ、　タピオ
フィンランド共和国　エフアイ－０５６２０　ヒビンカア、　ヴェフマスコルヴェンティエ　６
(72)発明者　イリネン、　ヤリ
フィンランド共和国　エフアイ－０５８００　ヒビンカア、　クトヤンカトゥ　３６
最終頁に続く

(54)【発明の名称】エレベータシステム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
少なくとも１基のエレベータを含むエレベータ群における呼び割当てを管理システムで管理し、最大消費電力が制限された場合に前記エレベータ群を管理する方法であって、
検討時点における有効な呼びおよび前記エレベータの状態に基づいて、該エレベータの実行可能な経路選択肢を検討する工程と、
エレベータシステムの運転に関連する量を含むコスト項を少なくとも１つ含むコスト関数を定義する工程とを含むエレベータ群の管理方法において、該方法は、
前記エレベータシステムが消費する瞬間電力を含むコスト項を前記コスト関数に追加する工程と、
電力の最大限度を設定する工程と、
前記コスト関数を最小化して、前記経路選択肢のいかなる検討時点においても前記設定した最大限度の電力を上回らないように、エレベータを呼びに割り当てる工程と、
呼びに対して割り当てられたエレベータを使用しても前記設定した最大限度の電力を上回らないようであれば、該エレベータの出発前に、該エレベータに対して前記管理システムが出発許可を与える工程とを含み、該方法はさらに、
前記設定した最大限度の電力をある時点で上回る経路に対するペナルティ項を前記コスト関数に定義する工程を含み、該ペナルティ項の大きさはそこで消費された瞬間最大電力に比例することを特徴とするエレベータ群の管理方法。
【請求項２】

請求項１に記載の方法において、該方法はさらに、前記コスト関数の各項を重み係数で重み付けする工程を含むことを特徴とする管理方法。
【請求項３】
請求項１または２に記載の方法において、該方法は遺伝的アルゴリズムを利用することを特徴とする管理方法。
【請求項４】
請求項３に記載の方法において、該方法はさらに、
入力された呼びに対して前記検討時点でエレベータが割り当てられない場合、前記遺伝的アルゴリズムの染色体の遺伝子値を「余地」として定義する工程と、
１つまたは複数の呼びを、余地に指定した遺伝子を用いて待機モードに設定することで電力制限条件を満たし、該待機モードに設定した呼びに後で応対する工程とを含むことを特徴とする管理方法。
【請求項５】
請求項１ないし４のいずれかに記載の方法において、該方法はさらに、
前記エレベータの所要電力を、上昇移動と下降移動の両方に対する負荷の関数として求める工程と、
トラフィック状況および前記エレベータの状態に応じて、また前記所要電力を考慮に入れて、運行するエレベータの数を動的に変更する工程とを含むことを特徴とする管理方法。
【請求項６】
請求項１ないし５のいずれかに記載の方法において、前記エレベータシステムの運転に関連する量は、乗客一人当たりの、または全乗客の平均値としての呼び時間、待ち時間、移動時間もしくは搭乗時間、または前記エレベータシステムの累積エネルギー消費量であることを特徴とする管理方法。
【請求項７】
請求項１ないし６のいずれかに記載の方法において、該方法はさらに、外部の電力供給が阻害または遮断され、前記エレベータシステムが予備電力で稼動中に、該方法を適用する工程を含むことを特徴とする管理方法。
【請求項８】
請求項１ないし７のいずれかに記載の方法において、該方法はさらに、前記エレベータシステムの使用によるエネルギー損失を低減させる場合に該方法を適用する工程を含むことを特徴とする管理方法。
【請求項９】
少なくとも１基のエレベータと、
エレベータ群における呼びに対する割当てを管理する管理システムと、
エレベータシステムのモデルと、
検討時点における有効な呼びおよび前記エレベータの状態に基づいて該エレベータの実行可能な経路選択肢を検討するオプティマイザと、
前記エレベータシステムの運転に関連する量を含むコスト項を少なくとも１つ含むコスト関数を規定するオプティマイザとを含み、最大消費電力が制限された場合に前記エレベータ群を管理するシステムにおいて、該システムは、
前記コスト関数に、前記エレベータシステムが消費する瞬間電力を含むコスト項を加える電力制御部と、
電力の最大限度を設定する電力制御部と、
前記コスト関数を最小化して、前記経路選択肢のいかなる検討時点においても前記設定した最大限度の電力を上回らないように、エレベータに呼びを割り当てるオプティマイザと、
呼びに対して割り当てられたエレベータを使用しても前記設定した最大限度の電力を上回らないようであれば、該エレベータの出発前に、該エレベータに対して出発許可を与える電力制御部とを含み、該システムはさらに、

前記設定した最大限度の電力をある時点で上回る経路に対するペナルティ項を前記コスト関数に定義するオプティマイザを含み、該ペナルティ項の大きさはそこで消費された瞬間最大電力に比例することを特徴とするエレベータ群の管理システム。

【請求項１０】

請求項９に記載の管理システムにおいて、該システムはさらに、前記コスト関数の各項を重み係数で重み付けするオプティマイザを含むことを特徴とする管理システム。

【請求項１１】

請求項９または10に記載の管理システムにおいて、該システムの前記オプティマイザは遺伝的アルゴリズムを利用することを特徴とする管理システム。

【請求項１２】

請求項11に記載の管理システムにおいて、該システムはさらに、

入力された呼びに対して前記検討時点でエレベータが割り当てられない場合、前記遺伝的アルゴリズムの染色体の遺伝子値を「余地」として定義するオプティマイザと、

１つまたは複数の呼びを、余地に指定した遺伝子を用いて待機モードに設定することで電力制限条件を満たし、該待機モードに設定した呼びに後で応対する電力制御部とを含むことを特徴とする管理システム。

【請求項１３】

請求項９に記載の管理システムにおいて、該システムは前記エレベータの所要電力を、上昇移動と下降移動の両方に対する負荷の関数として求め、

該システムはさらに、前記エレベータの状態およびトラフィック状況に応じて、また前記所要電力を考慮に入れて、運行するエレベータの数を動的に変更する電力制御部とを含むことを特徴とする管理システム。

【請求項１４】

請求項９ないし13のいずれかに記載の管理システムにおいて、前記エレベータシステムの運転に関連する量は、乗客一人当たりの、または全乗客の平均値としての呼び時間、待ち時間、移動時間もしくは搭乗時間、または前記エレベータシステムの累積エネルギー消費量であることを特徴とする管理システム。

【請求項１５】

請求項９ないし14のいずれかに記載の管理システムにおいて、該システムはさらに、外部の電力供給が阻害または遮断された場合に、電力の供給を保証する予備電源を含むことを特徴とする管理システム。

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【０００１】

本発明は、予備電源によってエレベータシステムにエネルギーを供給する際の、またはエレベータシステムのエネルギー消費のピーク値を低減させる際の、エレベータの最適な経路選択に関するものである。

【発明の背景】

【０００２】

エレベータシステムにおいて、複数のエレベータ利用者が入力した呼びを、別々のエレベータに割り当てることは、システム管理における基本的な機能の１つである。割当ての目的は、呼びをエレベータ乗りかごに割り振って、エレベータシステムの稼働能力を示す所望のパラメータを最適化することにある。従来最も一般的に用いられるパラメータに、例えば、乗客の待ち時間および移動時間が含まれる。通常、これらの時間から平均値を計算して、分配を決める。「呼び」は通常、発せられたすべての呼び、すなわち、異なる階で上行き／下行きボタンを利用して入力された呼びと、エレベータ乗りかご内で発せられた目的階呼びの両方を意味する。前者は、乗場呼びで、後者は乗りかご呼びである。また、いわゆる行先階管理方法に適合する呼び入力装置を使用して呼びを発してもよい。行先階管理方法では、エレベータ利用者は、エレベータロビーにいる時点で、呼び装置を通じてシステムに移動先階を知らせ、この場合、エレベータ乗りかご内で別途呼びを入力する

必要がない。

【０００３】

呼び割当て方法はいくつもあり、エレベータ製造会社はそれぞれ、エレベータ利用者の要求を満たすコスト効率のよい呼び割当てを実現する独自の方法を有している。各方法は多くの特性パラメータを伴い、これらのパラメータを使用して呼び割当て方法の操作を制御する。例えば、さまざまなトラフィック状況において、各状況に最適なパラメータが用いられるように、管理を行なうことができる。これは、そのときのトラフィック状況に応じて、エレベータシステムの動作を適応させることを目的としている。特別なトラフィック状況として、例えば、ピーク時トラフィック状況を挙げることができ、この期間、システムは同時にいくつもの乗場呼びを登録する。

【０００４】

エレベータ割当ての効果的な従来方法は、遺伝的アルゴリズムを、とくに複数基のエレベータで構成されるシステムにおいて使用する方法である。遺伝的アルゴリズムは、例えば、フィンランド特許第FI112856B号の明細書に記載されている。遺伝的アルゴリズムで完全な最適値を探索できるという保証はないが、実用段階で得られる結果は、その値にかなり近いものである。遺伝的アルゴリズムでは、各エレベータ経路を別々の染色体に符号化でき、１つの遺伝子がエレベータの乗客とその乗客に応対するエレベータを決定する。染色体中の遺伝子の位置が呼びを特定し、遺伝子値は呼びに応対するエレベータを表す。システムは、例えば、無作為に選んだ経路選択肢から着手し、この選択肢には、増殖、交叉、突然変異といったいくつかの遺伝学的処置が施される。１回に一世代ずつ、新しい染色体をこの遺伝学的処置で生成し、同時に、生成した染色体を分析して、この染色体が後続処理に適しているかどうか判断する。適性とは、例えば、規定値以下の待ち時間が得られたことを意味する。交叉とは、２つの経路選択肢を無作為に組み合わせて、１つの新しい経路選択肢を作り出すことである。突然変異では、染色体中の遺伝子の値を、無作為に変更する。ある段階で、アルゴリズムの収束によって染色体が生じ、処理を施した最終組の染色体の中から、適性の点において最良の染色体が選択される。乗客は、最良の染色体の遺伝子に基づいてエレベータを割り当てられる。

【０００５】

エレベータシステムは、電力供給の突発的な中断に備えた予防措置を有していなければならない。通常の電源が落ちると、建物の予備発電機――建物に備えられていれば――が始動する。予備電力は一般的にエレベータ群全体の必要量には十分ではないが、従来、エレベータの予備電力駆動(EPD)は、非常時運転中に乗客に応対する１基または複数基のエレベータをあらかじめ選択しておくことで、実現される。

【０００６】

電源が落ちると、乗客を乗せたエレベータが階と階との間で停止してしまうこともある。予備発電機が始動すると、エレベータ群管理システムは、エレベータを既定の順番で１基ずつ復帰階（一般的にロビー）に戻し、そこで乗客をエレベータから降ろすことができる。この復帰運転後、上述の所定のエレベータは通常運転になる（これは「完全対応型エレベータ」と称する）。このようなエレベータの使用台数は、予備発電機の電力容量およびエレベータが最悪の状態の時に必要とする電力量によって決まる。エレベータ乗りかごの負荷とカウンタウェイトの負荷はたいてい不均衡であり、いわゆる軽方向（上行きの空車、下行きの満車）に移動するエレベータは、いわゆる重方向（下行きの空車、上行きの満車）に移動するエレベータほど電力を必要としない。今日のエレベータ駆動装置は、乗客の後背部に蓄積された位置エネルギーを給電回路に返還することもできる。つまり、駆動装置は、軽方向に運転したとき、またはエレベータを減速したときに、発電機の役割を果たすことができる。

【０００７】

図１は、３基のエレベータ10、11、12の群からなる従来技術例を示し、エレベータL1 10は、EPD運転時に乗客に応対するエレベータである。この例では、エレベータの速度は2.5m/s、加速度は0.8m/s^2、そして階高は3.2mである。乗客の待ち時間を短縮するために、

エレベータ運転に関連して数通りの搭乗時間を算定できる。これらを表１に示す。
【０００８】
【表１】

【表１】　エレベータ搭乗時間

運転段階	時間（秒）
短距離搭乗（加速＋減速）	4
最高速度まで加速	3
最高速度から減速	3
最高速度で階を通過	1.25
階に停止	10

【０００９】
図１の状況では、５階と６階における２つの上昇呼び（呼びU5 13およびU6 14）が有効であり、どちらの階も１人の乗客が９階へ行く。表１に基づいて、有効な呼びU5＋U6に対して取得された待ち時間は、6.5秒＋20秒＝26.5秒である。
【００１０】
表２は、３通りの負荷でのエレベータ運転のさまざまな段階の消費電力を一覧表示する。消費電力値は、電源としてV3F-80を使用するのに関連して測定した実際のデータに基づいている。
【００１１】

【表２】

【表２】　異なる負荷での上昇および下降移動における所要電力

仮定乗客質量　75kg				
上昇移動				
乗客数	負荷(kg)	P_{acc}(kW)	P_{spd}(kW)	P_{dec}(kW)
0	0	5.6	2.5	0.4
1	75	6.4	2.5	0.4
2	150	7.3	2.4	0.4
3	225	8.4	2.3	0.4
下降移動				
乗客数	負荷(kg)	P_{acc}(kW)	P_{spd}(kW)	P_{dec}(kW)
0	0	21.9	16.7	3.3
1	75	19.9	13.9	3.3
2	150	18.0	11.5	3.3
3	225	16.4	9.5	3.3

ここで、P_{acc}は加速時の消費電力を、P_{spd}は定速度運転中の消費電力を、P_{dec}は減速時の消費電力を示す。

【００１２】
図２は、図１のエレベータのある経路選択肢における所要電力を時間関数で示す。エレベータL1だけが走行しているため、エレベータ群の総所要電力(Sum)はエレベータL1の消費電力と同じである。

【００１３】
この例では、空のエレベータが下に向かって（重方向に）加速している時、必要とされる最大電力は21.9kWであるが、この電力値は予備発電機の最大電力量よりも小さい。

【００１４】
電力消費およびエネルギー消費は資源管理における２つの異なる側面であり、電力が瞬間的な量であるのに対して、エネルギーは累積量である。エネルギー消費を経路の最適化に含めている従来方式がある。国際公開第WO 02/066356号の明細書はエレベータシステムを管理するシステムについて記載し、この管理システムでは、エレベータシステムが消費するエネルギーを最小限にして、エレベータの乗客への応対時間に関する所望の必要条件を概ね満たしている。この方法では、エレベータ群の所定応対時間には、呼び割当てに対する目標値が与えられる。使用する応対時間は、例えば呼び時間、乗客の待ち時間、移動時間、または搭乗時間でよい。

【００１５】
フィンランド特許第FI115130号の明細書にも従来技術が提示され、これは国際公開第WO 02/066356号の明細書で述べている方法の延長である。

【００１６】
言い換えると、この管理方法では、２つの異なるタイプの異次元量、すなわち待ち時間およびエネルギー消費を最適化する。これらの量を同じ次元にして互いに比較可能にするには、エレベータ経路Rを国際公開第WO 02/066356号の明細書による方法で選択して、コスト項を最小にする。
【００１７】
【数１】

$$C = W_T T_N(R) + W_E E_N(R)$$

【００１８】
$T_N(R)$は経路選択肢Rについての呼び時間の正規化された総和であり、それに対応して、$E_N(R)$は経路選択肢Rに起因する正規化されたエネルギー消費である。W_TおよびW_Eは前述のコスト項の重み係数を示し、以下のように表される。
【００１９】
【数２】

$$0 \leq W_T \leq 1 \qquad \text{および} \qquad W_E = 1 - W_T$$

【００２０】
従来技術の方法は、エレベータ群がもたらす乗客の待ち時間およびエレベータの消費電力が適切に釣り合っている経路を求めるものである。しかし、消費電力の最適化は、経路選択された複数のエレベータが、ある段階において、例えばいわゆる重方向に一斉に加速できることを保証するものではない。言い換えると、たとえその経路選択肢の全エネルギー消費量が既定の上限値以下であっても、経路の途中で大きな出力スパイクが発生することがある。
【００２１】
別の従来技術例として、また、図１に示す状況に関して、乗客の待ち時間の最良の選択肢は、エレベータ１が階６の呼びを選択し、エレベータ３が階５の呼びに応対する。このエレベータ経路選択肢は、図３に示されている。システムは、エレベータL1 30、エレベータL2 31、エレベータL3 32の３基のエレベータを含む。現在の有効な呼びは、５階からの上昇呼び(U5)33および６階からの上昇呼び(U6)34である。エレベータの動きは図３に示す通りである。なお、本例では、呼び入力をした乗客は、二人とも９階に行きたい。このような状況において、エレベータL2 31は停止したままで、この呼びへの応対には関与しない。この経路選択による所要電力を、図４に示す。図４から分かるように、待ち時間に関する最良の経路選択肢では、経路選択の初期に必要とされる電力が予備発電機の容量を上回ってしまう。この経路選択肢における全体の待ち時間は、4.5秒＋7.5秒＝12秒である。残念ながら、この経路選択肢は予備発電機の最大電力を上回るため、条件に合わない。
【発明の目的】
【００２２】
本発明は、エレベータシステムが消費する最大電力が制限されている状況、例えば予備電力による運転中に、システムのエレベータの経路を最適な方法で選択することを目的とする。
【発明の簡単な説明】
【００２３】
本発明の方法は、請求項１の特徴部に開示されている事項により特徴付けられる。本発明のシステムは、請求項９の特徴部に開示されている事項により特徴付けられる。本発明のその他の実施例は、他の請求項に開示されている事項により特徴付けられる。本発明の実施例は、本願の明細書部分および図面にも示されている。本願に開示されている発明の

内容は、特許請求の範囲に規定されているものとは別の形で規定することも可能である。また、本発明は、とくに外在あるいは内在するサブタスクの点から見た場合、または達成される利点あるいは複数組の利点から見た場合、いくつかの別々の発明から成っていることがある。この場合、特許請求の範囲に含まれる属性のいくつかは、別々の発明の概念からみて不必要なことがある。本発明の基本的な概念の枠内で、本発明の様々な実施例における特徴および詳細を、他の実施例と併せて適用することもできる。

【００２４】

本発明は、システムの最大消費電力を制限しなければならない状況、または制限し得る状況において、エレベータ群を管理する方法を述べる。本システムは少なくとも１基のエレベータを含み、呼びの割当ては管理システムが管理する。本方法では、従来方法によって推論可能な経路選択肢を、検討時点のエレベータ状態および現在の呼びから検討することを含む。当然のことながら、実行可能な経路選択肢は多数あるものの、コスト予測は一度に１つの選択経路に対して行う。その後、コスト項と呼ばれる項を少なくとも１つ含むコスト関数を定義する。コスト項は、エレベータ運転に関する重要な量およびその量の重み係数で構成される。従来技術では、用いる量には、一人の乗客についての、もしくは全乗客の平均値についての呼び時間、待ち時間、移動時間および／または搭乗時間、またはエレベータシステムの累積エレベータ乗りかご数が含まれる。

【００２５】

本発明は、コスト関数とシステムの瞬間消費電力とを組み合わせる。瞬間消費電力に上限を設ける。エレベータの経路選択のある段階で消費される瞬間電力が既定の最大限度を上回る場合、コスト関数にいわゆるペナルティ項を計上してコスト関数を最小化する。その結果、実際には、最適化した経路は最大電力限度を決して上回ることはない。また、本発明の一例において、コスト関数を、少なくとも１つの所望の量に設定した境界条件によって最小化する。さらに本発明は、エレベータが呼びに応対する前に出発許可を必要とするように規定する。対象となるエレベータの出発が所定の最大電力限度を上回らないようであれば、出発許可を与える。

【００２６】

本発明では、コスト関数のペナルティ項はその経路で消費される瞬間最大電力に正比例する。

【００２７】

本発明の実施例では、従来から知られている遺伝的アルゴリズムの原理を用いる。最大電力を制限するために、１基または複数基のエレベータを運行から除外して待機状態にしておく。アルゴリズムのレベルでは、呼びを次の応対まで待機状態にしておく場合、１つの遺伝子値を余地として定義する。

【００２８】

本発明では、電力の最大限度を設ける前に、エレベータの上下両方向への移動における所要電力は、負荷の大きさの関数として求める。このように、運行中のエレベータの数は、各エレベータの状態およびトラフィック状況に応じて、システムに知らされている所要電力を考慮して動的に変更できる。

【００２９】

本発明の方法は、外部の電力供給が阻害または遮断され、エレベータシステムが予備電力で稼動中に適用可能である。別の用途として、コスト削減の実現のために、消費電力のピークを低減させる場合に適用する。

【００３０】

従来の予備電力運転は、実行に関しては信頼性が高く安定しているが、異なる負荷および移動方向の場合の電力消費に関しては、エレベータに固有の非対称性をほとんど考慮していない。予備電力で稼動中は、通常運転で走行し続けることができるエレベータは１基だけであるのが、最も一般的な状況である。当然のことながら、予備電力で稼動中はエレベータ群の輸送力は急激に落ちるが、利用可能な電力の枠内でトラフィック状況およびエレベータ群の状態に応じて、応対するエレベータを動的に選択して、多少なりとも運行が

改善されるようにはできる。

【００３１】

電力の最大限度を追加的に適用することで、経路の最適化を利用して、待ち時間、エネルギー消費、およびピーク電力レベルに関してより均衡のとれた経路を探索でき、こうして、エレベータ群の動作をよりよく管理し続けることができる。

【発明の詳細な説明】

【００３２】

エレベータの消費電力需要は周知のことであり、予備電力による運転時でも、単に一定台数のエレベータを通常運行にするよりもはるかに応用のきく方法でエレベータ群を管理することができる。エレベータの所要電力も周知のことであるため、運行中のエレベータの数を、エレベータの状態およびトラフィック状況に応じて動的に変更するようにエレベータ群を管理できる。また、必須条件、すなわち、瞬間最大電力値を所望の上限値以下に維持し続けることも可能である。

【００３３】

図５は、エレベータ状態50、51、52および有効呼び53、54が図１および図３と同一である、本発明による経路の選択肢を示す。最終結果として得られた経路では、エレベータL2 51は呼びU5 53に、エレベータL3 52は呼びU6 54に応対し、この経路選択は最大電力条件を満たしている。この経路による全体の待ち時間は18秒であり、これは、上述の従来の予備電力運転による、26.5秒という待ち時間を大幅に上回る。

【００３４】

図６は、この経路の選択肢における所要電力を時間関数で示すグラフである。図５および図６の例では、２基のエレベータを運転状態にしておけるため、従来の予備電力運転時よりも早く呼び53、54に応対でき、予備発電機の容量はなおも常に十分なままである。

【００３５】

予備電力使用時のエレベータの動的な運転は、「遺伝学」、つまり従来知られている遺伝的アルゴリズムに基づいて実行される。エレベータ群を示すコスト関数では、エレベータがその経路におけるさまざまな段階で消費する瞬間電力を考慮しなくてはならない。所要電力は、表２に例示したように、乗りかごの負荷、乗りかごの方向、乗りかごの加速度、乗りかごの定速、および乗りかごの減速度に左右される。時間ｔのある時点において、エレベータが必要とする総電力がエレベータ群で利用できる供給電力を上回ると、ペナルティ項が経路選択肢のコスト関数に追加されて、その経路選択肢にペナルティが課せられる。ペナルティ項は、基準を満たさない経路選択肢が最適化の対象外となる可能性を高める。コスト関数は次のとおりである。

【００３６】

【数３】

$$\overset{\max}{P}_{L} = \max\left(\sum_{L} P_{L}(t)\right)$$

$$C = \alpha \cdot C_1 + \beta \cdot C_2 + \mathrm{K} + K \cdot \left(\overset{\max}{P}_{L} > \overset{\max}{P}_{G}\right) \cdot P_{L}^{\max}$$

【００３７】

この方程式(3)において、C_1およびC_2は異なるコスト項、例えば乗客の待ち時間および移動時間であり、αおよびβはコストの重み係数である。${}^{max}P_L$は、時間範囲ｔ＝ｔ$_0$ ... Ｔにわたるエレベータ群の最大所要電力であり、Ｔはエレベータシステムが乗場呼びおよび乗りかご呼びを削除する時点を表す。例えば図４では、${}^{max}P_L$は0.5秒～２秒の時間範幅の間27.5kWであり、Ｔは26秒である。これはシステムが最後の乗りかご呼びに対する応対を終えた時である。${}^{max}P_G$はエレベータシステムが利用できる最大電力を示し、本例では23kWである。（${}^{max}P_L > {}^{max}P_G$）は、${}^{max}P_L$が利用可能な電力${}^{max}P_G$を超える

と１の値を得て、それ以外の場合は０の値を得る。係数Ｋは利用可能な電力を超すことで生じるペナルティの重みの調整に用いることができ、それにより、コスト関数に及ぼす効果を制御する。

【００３８】

システムの基本構造を流れ図として図７に示し、この構造は遺伝的アルゴリズムで実現される基本原理に従っている。この基本遺伝子に照らして、電力の制御部（制御電力）70が付加されている。この制御部はエレベータシステムのモデル72のための正確な最大電力を測定して、エレベータ群71の各エレベータに出発許可を与える。図７はまた、経路探索制御部73（制御経路探索）という制御部も含み、オプティマイザ74に信号を送って経路の探索を開始する。それに応じて、オプティマイザ74は、遺伝的アルゴリズムを利用して、最適な経路を制御部73に返す。制御部73に入力されたデータは、割り当てがなされていない有効な乗場呼びとエレベータシステムの状態で構成されている。制御部73は、割当て決定に関する情報を各エレベータ71に返す。

【００３９】

なお、エレベータシステム71の状態は、必然的にシステムモデル72に更新される。オプティマイザ74からは、経路の選択肢そのものに関する情報がモデル72に送られ、この要求に応えて、経路選択肢のコストデータ（コスト項）がモデル72からオプティマイザ74に返される。

【００４０】

システムには予備電源75（予備発電機－EPG）が接続され、この電源のオン／オフ状態を制御部70に知らせる。また、電力制御部70に、通常運転状態時に許容されている最大電力P_{max}および予備電源75の最大電力$P_{max,EPG}$に関する情報が提供される。各状況下で利用可能な最大電力は、制御部70において提供データを基に推測されて、エレベータシステムのモデル72に伝達される。同様に、負荷および移動方向に応じてあらかじめ測定した各エレベータの所要電力（エレベータ電力データ）は、エレベータシステムのモデル72と制御部70の両方で利用できる。電力の制御部70はまた、システム状態を各エレベータ71から直接知る。

【００４１】

電力Ｐ(ｔ)は、瞬時性の量であり、時間積分電力Ｅ＝∫Ｐ(t)dtである累積エネルギー消費量とは異なる。最適な経路選択の探索において、エレベータモデル72は、例えば停止時間などの一定の仮定条件を用いる。エレベータ71が予定した経路に従って運行した場合、実際の停止時間は決定時に用いた停止時間とは異なることもある。その場合、エレベータ相互の時間調節は当初の予定と異なる。このような状況において過負荷とならないようにするために、エレベータは出発する前に、常に、エレベータ群管理システム（流れ図の電力制御部70）に出発許可を要求しなければならない。電力制御部70は、各エレベータの現行の運転およびそれに関連するエネルギー消費について把握しているため、許可を求めているエレベータの出発が過負荷を引き起こさないことを確認すると、エレベータに対して出発許可を与える。エレベータは、一般に、ドアを閉め始めるときに出発許可を求めればよい。エレベータが出発許可を得られない場合、乗りかごは出発の延期を乗客に知らせる信号伝達を受け、エレベータは出発許可を待つ。この信号伝達は聴覚性および／または視覚性のものでよい。例えば、「予備電力運転」を示す電光表示を使用して、「（ピーン、ポーン）エレベータは出発許可を待っています」といった音声情報と共に伝達するとよい。この間、ドアは開いたままの状態なので、乗客はこの異例な状態に不安にならずにすむ。その後、全体的状況に差支えがでなければ、群制御部70はエレベータに出発許可を与え、それによってドアが閉まり始める。出発許可を与える際、当然のことながら、群制御部70はドアの閉まる時間を考慮に入れる。

【００４２】

経路を割り出すシステムは、図７の例に従って実現すると、２つの見地、すなわち２つの割出し段階を備える。１つ目の見地として、経路をより長期的に決めることができる。言い換えると、利用可能な電力の最大限度を上回ることなく、できるだけ待ち時間が短く

なるような経路を探索するということである。システムの動作における２つ目の見地は、実時間を考慮した経路を決めることであり、言い換えると、現在運転中のエレベータの全体的なエネルギー消費の実情に応じて、エレベータに運転許可を与える。この２つの割出し段階は同時進行する。これは、どちらの段階もトラフィック状況に応じて情報が更新され、それによってシステムの状態を変更するためである。

【００４３】

本発明の方法では、電力制御部70は、エレベータ運転の諸段階を考慮に入れて、電力を時間軸上、離散的に観測することがきわめて重要である。加速、減速、および定速度移動は消費するエネルギー量が異なるため、エレベータの状態が、例えば定速度移動から減速移動へと変化する時を、電力の制御部70は知らなければならない。

【００４４】

本発明は、瞬間的な消費電力ならびに長期にわたって消費されるエネルギーの最適化が可能であるので、エレベータの走行ごとに、その走行で消費されたエネルギー量をエレベータ管理システムに記録することができる。この情報は、その後の経路の最適化に利用できる。

【００４５】

図８は、染色体87の符号化の原理を示す。ここでも、例示のシステムは３基のエレベータL1 80、L2 81、およびL3 83を含む。第１エレベータ80は、階９に、第２エレベータ81は階１に、第３エレベータ82は階４に停止している。そこに４つの有効な呼びが発せられる。すなわち、３階83での下降呼び、５階84の上昇呼び、６階85の上昇呼び、および８階86の下降呼びである。これらの呼びから４つの遺伝子を有する染色体87が形成され、割出しの手段として用いられる。

【００４６】

遺伝子の染色体87への符号化には、基本遺伝子に照らして付加的な特徴が含まれている。基本遺伝子の基本原理は、染色体87における遺伝子の位置がどの呼びに該当するかを規定し（一連の有効な呼びの中から呼びを特定し）、遺伝子の値は、呼びに応対するエレベータを示す。通常、経路選択の探索開始点で、各呼びに応対するエレベータを検出しなければならない。システムが電力制限要求を満たすようにするには、１つ以上の呼びを経路選択から除外できなければならない。これは、遺伝子が指定するエレベータ表88に「余地」の選択肢を追加することで実現できる。消費電力を制限範囲内に維持するために、呼びをもっと後の応対まで待たせるとよい。

【００４７】

最適化に基づいて、エレベータを、図８に示す経路選択肢の各遺伝子（呼び）に割り当てることができる。この場合、遺伝子の値はエレベータ表88を示す。第１遺伝子の呼びU5 84は、エレベータL1 80が応対する。第２遺伝子の呼びU6 85は、エレベータL2 81に割り当てられる。呼びD3 83には、エレベータL1 80が、先行の呼びU5 84の応対を終えてから応対する。下降呼びD8 86は、これまでのところ経路選択から除外される。呼びがエレベータを割り当てられていないまま残されると、このような呼びの待ち時間をどうやって割出しの考慮に入れるかという問題が発生する。１つの手段として、未応対の呼びの現在の有効時間（呼びの入力から基準となる時点までの時間）を、経路選択に含まれている呼びに関して予測される待ち時間または呼び時間に加える。本例では、呼びD8 86については、後に、電力制限条件が許せばすぐに応対する。これは、遅くとも、先行する呼びへの応対が完了すれば可能となる。

【００４８】

図８の例は、決して、図示した状況におけるエレベータの最適な経路選択を示すものではないことに留意されたい。この図は、原理を明確にするために、１つの経路選択手順を示しているにすぎない。

【００４９】

本遺伝子エレベータ群管理は、エレベータ群モデルに基づいて実際の経路選択の最適化を実行し、また、経路選択の最適化において、電力制限を考慮に入れる可能性ももたらす

。電力は瞬時量であるので、本システムは、いかなる場合においても利用可能電力を上回らないようにするために、上述のように出発許可を与える実時間処理を有さなければならない。

【００５０】

エレベータシステムが通常運転中でも最大電力の消費を削減することを目的とすると、まったく新しい観点が見出される。どんな場合でも低い最大電力値を上回らないことを、システムが保証できるのであれば、場合によっては、主ヒューズの容量を一工程で小さくすることも可能であるかもしれず、その場合、建物の所有者は電気代の節約を果たせる。ヒューズ容量が標準容量をわずかに上回るようにエレベータ群を定格付けすれば、こういう状況となるであろう。例えば、定格によってエレベータ群の最大電流を3*31Ａにできれば、主ヒューズは3*25Ａとなる。最大電力を制限することで、必要とされるピーク電流は、例えば3*19Ａとなるため、ヒューズ容量は3*20Ａで十分である。それに対して、固定電荷は小さい。一般的に言って、ピーク電力は費用がかかるため、電力供給会社はかなり高い料金を請求してくる。適切な経路選択によって、エレベータ群が提供するサービスを著しく損なうことなく、ほぼ間違いなく消費ピークをカットできる。

【００５１】

本発明は、上述の実施例のみに限定されるものでなく、代わりに、本願特許請求の範囲に規定した発明概念に従ってさまざまに変更可能である。

【図面の簡単な説明】

【００５２】

【図１】２つの有効な上昇呼びを受けている、３基のエレベータからなる群の従来例を示す図であり、エレベータ１は予備電力で作動して呼びに応対する。

【図２】図１に示される状況における所要電力を示す。

【図３】乗客の待ち時間に関する最適な経路の選択肢を示し、エレベータ１は呼びU6に応対し、エレベータ３は呼びU5に応対する。

【図４】図３に示される状況における所要電力を示す。

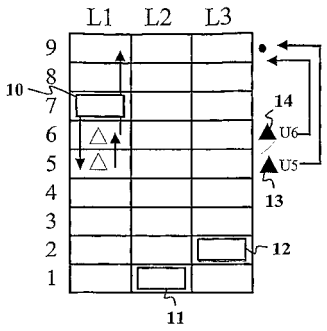
【図５】電力制限を満たす経路の選択肢を示し、エレベータ２は呼びU5に、エレベータ３は呼びU6に応対する。

【図６】図５に示される状況における所要電力を示す。

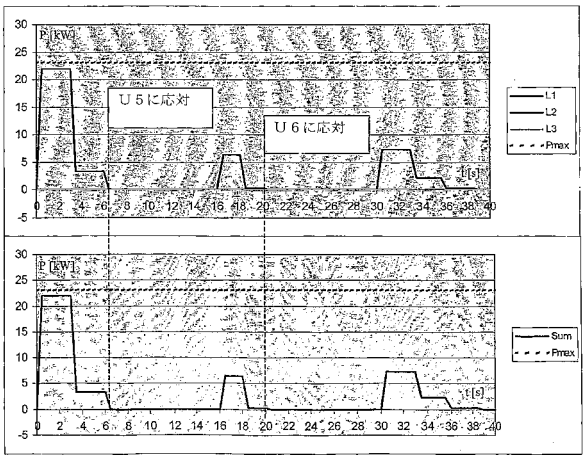
【図７】本発明による管理システムのデータ流れ図を示す。

【図８】本発明で使用する遺伝的アルゴリズムにおける染色体の符号化の原理を示す。

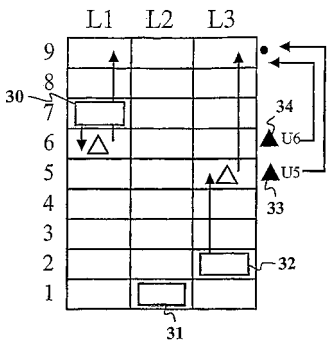
【図１】



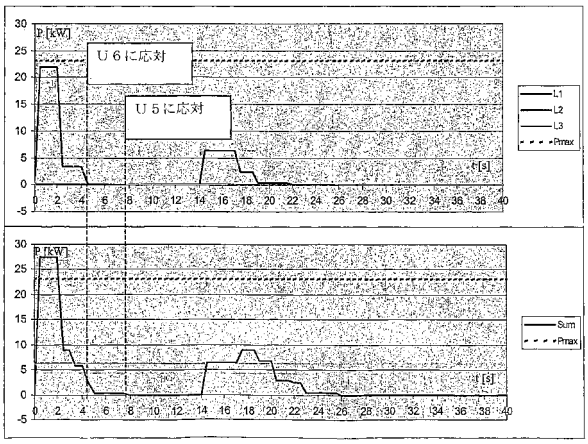
【図２】



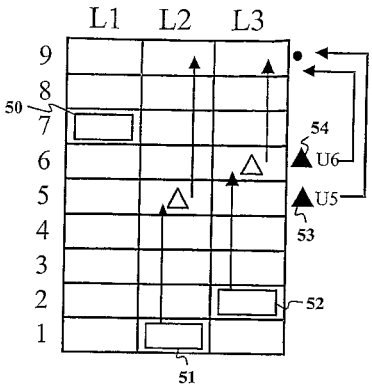
【図３】



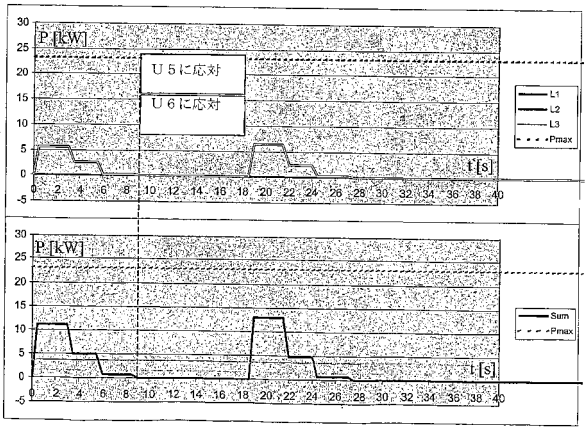
【図４】



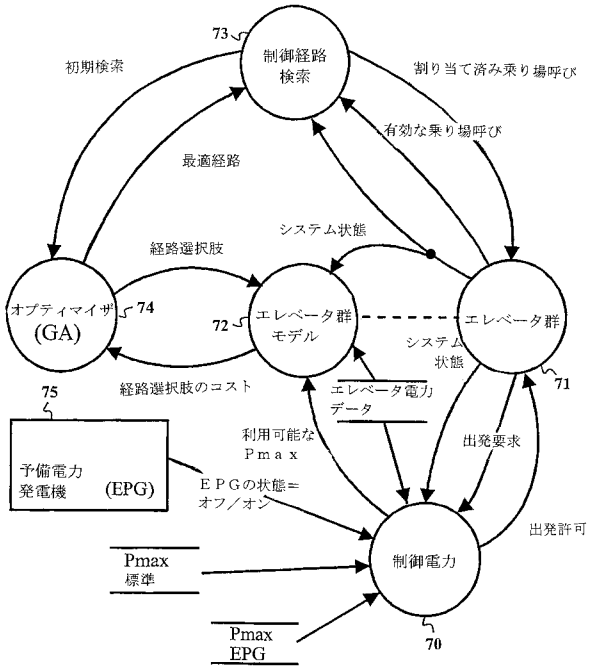
【図５】



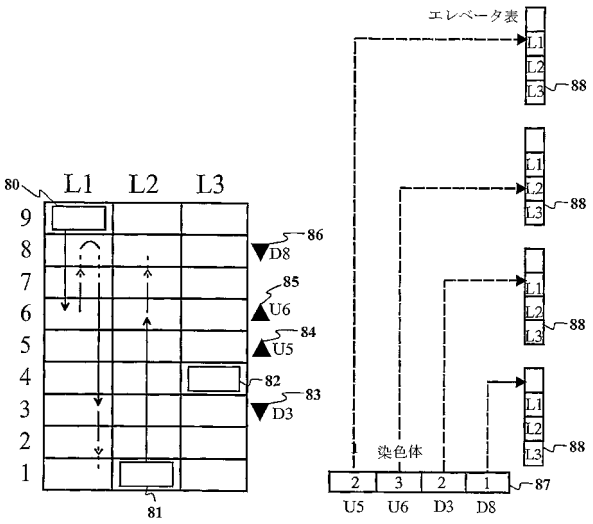
【図６】



【図７】


73
制御経路
検索
初期検索
割り当て済み乗り場呼び
有効な乗り場呼び
最適経路
システム状態
経路選択肢
オプティマイザ
(GA)
74
72
エレベータ群
モデル
エレベータ群
71
システム
状態
経路選択肢のコスト
75
エレベータ電力
データ
利用可能な
Ｐｍａｘ
出発要求
予備電力
発電機 (EPG)
ＥＰＧの状態＝
オフ／オン
出発許可
Pmax
標準
制御電力
Pmax
EPG
70

【図８】


80
L1 L2 L3
9
8
7
6
5
4
3
2
1
86
D8
85
U6
84
U5
82
83
D3
81
エレベータ表
L1
L2
L3
88
染色体
2 3 2 1
87
U5 U6 D3 D8

フロントページの続き

審査官　出野　智之

(56)参考文献　特開平０７－１６５３７２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－１４５７８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３１９７０７（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－０９０３６８（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－０５６６６４（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B66B　1/18
B66B　1/06