

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-96612

(P2009-96612A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
B 6 6 B 3/00 (2006.01) B 6 6 B 3/00 M 3 F 3 0 3
 B 6 6 B 3/00 Z

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-271425 (P2007-271425)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成19年10月18日(2007.10.18)	(71) 出願人	504182255 国立大学法人横浜国立大学 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号
		(71) 出願人	397047187 株式会社ジェイアール東日本企画 東京都渋谷区恵比寿南一丁目5番5号
		(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	濱田 朋之 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人流演算装置

(57) 【要約】

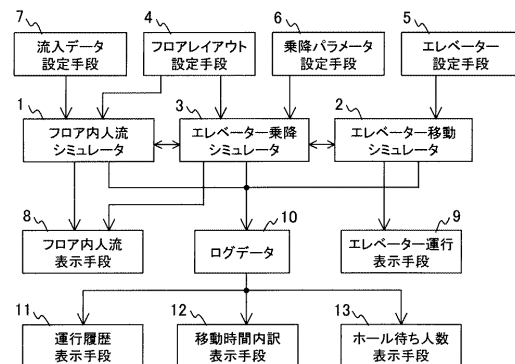
【課題】ビル内の人の流れを一貫してシミュレーション評価ができるビル内の人流シミュレーションを実現する。

【解決手段】人の動きを模擬するフロア内人流シミュレータと、エレベーターの動きを模擬するエレベーター移動シミュレータと、エレベーターへの人の乗り降りを模擬するエレベーター乗降シミュレータとを組合せて、ビル内の水平および垂直方向の人の流れを一貫してシミュレーションし、フロア内における人の流れを表示するフロア内人流表示手段とエレベーターの運行状況を表示するエレベーター運行表示手段に表示する。

【効果】エレベーター乗降シミュレータによりエレベーターへの人の乗り降りを模擬する過程で、フロア内の人流れとエレベーター運行との相互作用を模擬できるので、エレベーターの乗り継ぎ動作も含めたビル内人流全体を一貫してシミュレーション評価できる。

【選択図】 図 1

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ビル内の階床数と各階フロアのレイアウトを設定するレイアウト設定手段と、前記ビル内に設置するエレベーター台数と各エレベーターの仕様と運行方式を設定するエレベーター設定手段と、前記ビル内へ流入しあるいは各階間を移動する人の数を設定する流入データ設定手段と、この流入データや前記各階フロアのレイアウトに基いて各階フロアにおける平面的な人の流れを模擬するフロア内人流シミュレータと、前記流入データを利用してエレベーターへの人の乗り降りを模擬するエレベーター乗降シミュレータと、前記エレベーター設定手段の設定内容および前記エレベーター乗降シミュレータの結果を利用してエレベーターの動きを模擬するエレベーター移動シミュレータと、前記フロア内人流シミュレータの結果を利用して前記フロアにおける人の流れを表示するフロア内人流表示手段と、前記エレベーター移動シミュレータの結果を利用して前記エレベーターの運行状況を表示するエレベーター運行表示手段を備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記エレベーターの乗降時間に関するパラメータを設定する乗降パラメータ設定手段を備え、前記エレベーター乗降シミュレータは、前記乗降時間に関するパラメータを加味してエレベーターの動きを模擬することを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記フロア内人流シミュレータ、前記エレベーター移動シミュレータおよび前記エレベーター乗降シミュレータの結果を蓄積するデータ蓄積手段と、この蓄積データを利用してエレベーターの運行履歴を表示する運行履歴表示手段を備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

30

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかにおいて、前記流入データ設定手段は、時刻毎の流入人数を設定するように構成され、前記エレベーター設定手段は、エレベーターの配置およびエレベーターホールの広さを設定するフロアレイアウト設定手段を含み、これらの設定手段による設定条件の下で前記フロア内人流シミュレータ、前記エレベーター移動シミュレータおよび前記エレベーター乗降シミュレータの結果を利用して、時刻毎のエレベーターホールにおける待ち人数を算出する待ち人数算出手段を備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

40

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかにおいて、前記流入データ設定手段は、時刻毎の流入人数を設定するように構成され、前記エレベーター設定手段は、エレベーターの配置およびエレベーターホールの広さを設定するフロアレイアウト設定手段を含み、これらの設定手段による設定条件の下で前記フロア内人流シミュレータ、前記エレベーター移動シミュレータおよび前記エレベーター乗降シミュレータの結果を利用して、流入人員各人の移動時間を形成する歩行時間、待ち時間およびエレベーター乗車時間を算出する移動時間内訳算出手段を備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

40

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかにおいて、前記フロア内人流表示手段およびエレベーター運行表示手段は、ビル外形の中に、昇降路と、エレベーターかごと、エレベーターホールの人流を鳥瞰図として表示することを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

【請求項 7】

請求項 6 において、前記フロア内人流表示手段は、フロア毎に人を色分け表示することを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

【請求項 8】

請求項 6 または 7 において、前記エレベーター運行表示手段は、エレベーター負荷状態に応じてかごを色分け表示することを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム

50

。

【請求項 9】

請求項 1～8 のいずれかのビル内の人流シミュレーションシステムを用いてエレベーターのレイアウトを設計する設計支援システム。

【請求項 10】

ビル内の階床数と各階フロアのレイアウトを設定するレイアウト設定手段と、前記ビル内に設置するエレベーター台数と各エレベーターの仕様と運行方式とエレベーターの配置およびエレベーターホールの広さを設定するエレベーター設定手段と、前記エレベーターの乗降時間に関するパラメータを設定する乗降パラメータ設定手段と、前記ビル内へ流入しあるいは各階間を移動する人の数を設定する流入データ設定手段と、この流入データや前記各階フロアのレイアウトに基いて各階フロアにおける平面的な人の流れを模擬するフロア内人流シミュレータと、設定された前記流入データとフロアレイアウトおよび乗降パラメータを利用してエレベーターへの人の乗り降りを模擬するエレベーター乗降シミュレータと、前記エレベーター設定手段の設定内容および前記エレベーター乗降シミュレータの結果を利用してエレベーターの動きを模擬するエレベーター移動シミュレータと、前記フロア内人流シミュレータの結果を利用して前記フロアにおける人の流れを表示するフロア内人流表示手段と、前記エレベーター移動シミュレータの結果を利用して前記エレベーターの運行状況を表示するエレベーター運行表示手段と、前記フロア内人流シミュレータ、前記エレベーター移動シミュレータおよび前記エレベーター乗降シミュレータの結果を蓄積するデータ蓄積手段と、この蓄積データを利用してエレベーターの運行履歴を表示する運行履歴表示手段とエレベーターホールにおける待ち人数を表示する待ち人数表示手段を備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーションシステム。

10

20

【請求項 11】

ビル内の階床数と各階フロアのレイアウトを設定するレイアウト設定ステップと、前記ビル内に設置するエレベーター台数と各エレベーターの仕様と運行方式を設定するエレベーター設定ステップと、前記ビル内へ流入しあるいは各階間を移動する人の数を設定する流入データ設定ステップと、この流入データや前記各階フロアのレイアウトに基いて各階フロアにおける平面的な人の流れを模擬するフロア内人流シミュレーションステップと、前記流入データを利用してエレベーターへの人の乗り降りを模擬するエレベーター乗降シミュレーションステップと、前記エレベーター設定ステップの設定内容および前記エレベーター乗降シミュレーションステップの結果を利用してエレベーターの動きを模擬するエレベーター移動シミュレーションステップと、前記フロア内人流シミュレーションステップの結果を利用して前記フロアにおける人の流れを表示するフロア内人流表示ステップと、前記エレベーター移動シミュレーションステップの結果を利用して前記エレベーターの運行状況を表示するエレベーター運行表示ステップを備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーション方法。

30

【請求項 12】

請求項 11 において、前記エレベーターの乗降時間に関するパラメータを設定する乗降パラメータ設定ステップを備え、前記エレベーター乗降シミュレーションステップは、前記乗降時間に関するパラメータを加味してエレベーターの動きを模擬することを特徴とするビル内の人流シミュレーション方法。

40

【請求項 13】

請求項 11 または 12 において、前記流入データ設定ステップは、時刻毎の流入人数を設定し、前記エレベーター設定ステップは、エレベーターの配置およびエレベーターホールの広さを設定するフロアレイアウト設定ステップを含み、これらの設定ステップによる設定条件の下で前記フロア内人流シミュレーションステップ、前記エレベーター移動シミュレーションステップおよび前記エレベーター乗降シミュレーションステップの結果を利用して、時刻毎のエレベーターホールにおける待ち人数を算出する待ち人数算出ステップを備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーション方法。

【請求項 14】

50

請求項 1 1 ~ 1 3 のいずれかにおいて、前記流入データ設定ステップは、時刻毎の流入人数を設定し、前記エレベーター設定ステップは、エレベーターの配置およびエレベーターホールの広さを設定するフロアレイアウト設定ステップを含み、これらの設定ステップによる設定条件の下で前記フロア内人流シミュレーションステップ、前記エレベーター移動シミュレーションステップおよび前記エレベーター乗降シミュレーションステップの結果を利用して、流入人員各人の移動時間を形成する歩行時間、待ち時間、およびエレベーター乗車時間を算出する移動時間内訳算出ステップを備えたことを特徴とするビル内の人流シミュレーション方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 ~ 1 4 のいずれかにおいて、前記フロア内人流表示ステップおよびエレベーター運行表示ステップは、ビル外形の中に、昇降路と、エレベーターかごと、エレベーターホールの人流を鳥瞰図として表示することを特徴とするビル内の人流シミュレーション方法。

10

【請求項 1 6】

請求項 1 5 において、前記フロア内人流表示ステップは、フロア毎に人を色分け表示することを特徴とするビル内の人流シミュレーション方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 5 または 1 6 において、前記エレベーター運行表示ステップは、エレベーター負荷状態に応じてかごを色分け表示することを特徴とするビル内の人流シミュレーション方法。

20

【請求項 1 8】

請求項 1 1 ~ 1 7 のいずれかのビル内の人流シミュレーション方法を用いてエレベーターのレイアウトを設計する設計支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、設定条件下におけるフロア歩行やエレベーター昇降による人の流れをシミュレーションし、ビル内人流を評価するビル内の人流シミュレーションシステムおよびシミュレーション方法に関するものである。

【背景技術】

30

【0 0 0 2】

ビルを建設する際には、ビル内で発生する人の流れを想定して、適切な数の昇降機を適切なレイアウトで配置することが望ましい。例えば、オフィスビルでは、朝の出勤時間帯に 1 階から各階への移動が集中する。このような状況下でも破綻しないようなエレベーターの台数や仕様を検討するため、たとえば特許文献 1 などに開示されたように、エレベーターによる人の輸送をシミュレーションする装置が提案されている。

【0 0 0 3】

また、ショッピングセンターのように多くの人々が往来する空間では、人の流れが滞りなく、人の分布が均等となるような通路や店舗のレイアウトが望ましい。また、災害などの緊急時には、迅速に非難できるようなフロアレイアウトであることが望ましい。このような適切なフロアレイアウトを検討するため、たとえば特許文献 2 などに開示されているように、フロア内の人の流れをシミュレーションする装置が提案されている。

40

【0 0 0 4】

更に、特許文献 3 などに示されるように、フロアレイアウトによって想定される人の流れから算出したエレベーターの乗降人数を入力として、エレベーターの輸送をシミュレーションする装置も提案されている。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開平 3 - 2 9 7 7 6 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 1 0 7 2 3 1 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 7 - 7 2 6 8 2 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

エレベーターの行先を低層階、高層階などの複数のグループに分けて運行する従来のマルチバンク方式では、ビルの高層化に伴ってエレベーターの台数が多くなり、フロア面積を圧迫する。このため、ビルの中間部に設けた乗継階にしか止まらないシャトルエレベーターと各階停止のエレベーターを組合せたスカイロビー方式や、乗りかごを2階建てとしたダブルデッキエレベーターなどの導入が進んでいる。

【0007】

スカイロビー方式やダブルデッキエレベーターを組合せたエレベーターの構成では、目的階に到達するまでにエレベーターを乗り継ぐ必要が発生することが多い。このため、ビル内の人の流れを評価する際には、特許文献1などに開示されたようなエレベーターによる人の輸送のみ、あるいは特許文献2などに開示されたようなフロア内の人の流れのみのシミュレーション評価では不十分である。エレベーターによる人の輸送と、乗継階における人の流れを連動させた一貫したシミュレーション評価が必要である。

10

【0008】

エレベーターによる人の輸送のシミュレーションとフロア内の人の流れのシミュレーションを連動させるためには、エレベーターの運行が人の流れに与える影響と、人の流れがエレベーターの運行に与える影響を正しくシミュレーションする必要がある。例えば、乗継階における乗継先のエレベーターの輸送効率が不十分であれば、乗継階に人の滞留が発生させ、乗継階の人の流れが乱れることが考えられる。また、乗継階の人の流れが複雑で効率が悪ければ、エレベーターの本来の輸送効率が活かされなくなることが考えられる。

20

【0009】

従って、特許文献3のようなフロアレイアウトの人の流れから乗降人数を算出するエレベーター輸送シミュレーションでは、人の流れがエレベーターの運行に与える影響を考慮できても、エレベーターの運行が人の流れに与える影響については評価できない。

【0010】

本発明の目的は、このようなフロア内人流とエレベーター運行による人の輸送の相互作用を評価できる人流シミュレーションシステムや人流シミュレーション方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明はその一面において、ビル内の階床数と各階フロアのレイアウトを設定するレイアウト設定と、ビル内に設置するエレベーター台数と各エレベーターの仕様と運行方式を設定するエレベーター設定と、ビル内へ流入しあるいは各階間を移動する人の数を設定する流入データ設定と、この流入データや前記各階フロアのレイアウトに基いて各階フロアにおける平面的な人の流れを模擬するフロア内人流シミュレーションと、前記流入データを利用してエレベーターへの人の乗り降りを模擬するエレベーター乗降シミュレーションと、前記エレベーター設定による設定内容および前記エレベーター乗降シミュレーションの結果を利用してエレベーターの動きを模擬するエレベーター移動シミュレーションと、前記フロア内人流シミュレーションの結果を利用して前記フロアにおける人の流れを表示するフロア内人流表示と、前記エレベーター移動シミュレーションの結果を利用してエレベーターの運行状況を表示するエレベーター運行表示とを行うことを特徴とする。

40

【0012】

本発明の望ましい実施態様においては、エレベーターの乗降時間に関するパラメータを設定し、前記エレベーター乗降シミュレーションでは、設定した乗降時間に関するパラメータを加味してエレベーターの動きを模擬している。

【0013】

本発明の他の望ましい実施態様においては、前記流入データ設定では、時刻毎の流入人数を設定し、前記エレベーター設定では、エレベーターの配置およびエレベーターホール

50

の広さを設定するフロアレイアウト設定を含み、これらの設定条件の下で前記フロア内人流シミュレーション、エレベーター移動シミュレーション、およびエレベーター乗降シミュレーションの結果を利用して、時刻毎のエレベーターホールにおける待ち人数や、流入人員各人の移動時間を形成する歩行時間、待ち時間、およびエレベーター乗車時間を算出している。

【0014】

本発明は他の一面において、前記フロア内人流表示およびエレベーター運行表示は、ビル外形の中に、昇降路と、エレベーターかごと、エレベーターホールの人流を鳥瞰図として表示することを特徴とする。

【0015】

本発明はさらに他の一面において、ビル内の前記人流シミュレーションを用いて、エレベーターのレイアウトを設計する設計支援を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明の望ましい実施態様による人流シミュレーションによれば、エレベーター乗降シミュレータによりエレベーターへの人の乗り降りを模擬する過程で、フロア内の人の流れとエレベーター運行との相互作用を模擬できる。したがって、エレベーターによる人の輸送とフロア内の人の流れを連動させたシミュレーション評価が可能である。

【0017】

また、本発明の望ましい実施態様によれば、待ち人数算出や移動時間内訳算出により、乗継階におけるエレベーターホールの混み具合や目的階への移動における乗り継ぎ易さを評価することができる。

【0018】

さらに本発明の望ましい実施態様によれば、エレベーター昇降とフロア内人流の鳥瞰図表示により、乗継階における乗継行動も含めたビル内人流の全体像を容易に把握することができる。

【0019】

本発明によるその他の目的と特徴は、以下に述べる実施例の中で明らかにする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1は、本発明の一実施例によるビル内の人流シミュレーションシステムの全体構成図である。

【0021】

フロア内人流シミュレータ1は、ビルの各フロアにおける人の流れを模擬する手段である。人の流れを模擬する方法としては、例えばフロア全体を格子状のセルに分割し、時刻 t においてあるセルにいる人が時刻 $t+1$ に移るべきセルを周囲のセルの状態に応じて決定するセルオートマトンの手法を用いたシミュレーション方法であってもよい。あるいは、人を粒子としてモデル化し、粒子の運動を周囲の状況に応じて制御するような粒子モデルの手法を用いてシミュレーションするものであってもよい。

【0022】

エレベーター移動シミュレータ2は、エレベーターにおける乗りかごの運行を模擬する手段である。本シミュレータでは、実際のエレベーターと同様にエレベーターホールにおける呼びボタンの状態（ホール呼び）や、かご内の行先ボタンの状態（かご呼び）に応じてかごの上下移動、階床停止動作をシミュレーションする。

【0023】

エレベーター乗降シミュレータ3は、エレベーターへの人の乗り降りに関わる行動を模擬する手段である。具体的には、次のような行動をシミュレーションする。（1）人がエレベーターホールにやってきた時にホール呼びボタンを押す行動。（2）かごが到着するまでの間、ホール内の任意の位置に立つ待ち行動。（3）かごが到着したときに、エレベーターのドア近くに移動する行動。（4）エレベーターに乗り込み、あるいはエレベータ

10

20

30

40

50

ーから降りる行動などである。

【0024】

フロアレイアウト設定手段4は、ビルの各階床のフロアレイアウトを設定する手段であり、エレベーター設定手段5は、エレベーターの定員や走行速度などの仕様とバンク方式やスカイロビー方式などの運行方式を設定する手段である。また、乗降パラメータ設定手段6は、エレベーターの乗り降りにおける待ち行動や乗降にかかる時間などを算定するパラメータを設定する手段、流入データ設定手段7は、ビルに流入する人の数、あるいはビルの各階間を移動する人の数を設定する手段である。

【0025】

次に、フロア内人流表示手段8は、ビルの各フロア内の人の動きを表示する手段であり、エレベーター運行表示手段9は、シミュレーション中のエレベーターのかごの動きを表示する表示手段である。

10

【0026】

ログデータ10は、シミュレーションにおいてフロア内人流シミュレータ1、エレベーター移動シミュレータ2、およびエレベーター乗降シミュレータ3によって模擬する人とエレベーターの動きの記録を蓄積したものである。このデータを用いて、運行履歴表示手段11は、エレベーターの運行履歴を表示する。また、移動時間内訳表示手段12は、目的階に到着するまでの歩行時間、待ち時間、およびエレベーター乗車時間などの内訳を表示する。さらに、ホール待ち人数表示手段13は、エレベーターホールにおける待ち人数の時刻変化を表示する。

20

【0027】

以下、各構成要素の詳細について説明する。

【0028】

図2は、フロアレイアウト設定手段4におけるフロアレイアウト設定画面例である。図において、40はフロアレイアウトを平面図として示すものであり、4台のエレベーター41～44、エレベーターホール45、46の外に、階段47、ビルの出入り口48が示された例である。フロアレイアウト設定手段4では、これらのエレベーターや階段、あるいはエレベーターホールの形状を、このような二次元のマップとして設定する。

【0029】

図3は、エレベーター設定手段5におけるエレベーター設定画面の一例である。図において、エレベーターの仕様設定では、エレベーターの仕様設定画面50を用いて各エレベーターのタイプ、定員、ドア幅および定格速度などを設定する。ここで、タイプの欄には、一つの昇降路に一つのかごが走行する通常タイプのエレベーター、かごが2階建てとなっているダブルデッキエレベーター、一つの昇降路に複数のかごが走行するマルチカーエレベーターなどエレベーターの構造タイプを設定する。また、昇降路面積の欄には、ビルのフロアにおいて昇降路が占有する面積を設定し、エレベーターのフロア占有率の算出に使用する。

30

【0030】

エレベーターの運行方式設定画面51では、4台のエレベーターE1～E4の運行パターンを設定する。図において、ハッチングを施した部分52はエレベーターが停止する階床、ハッチングを施していない部分53はエレベーターが停止しない階床（不停止階）を表す。エレベーターの運行方式設定画面では、このように各エレベーターが停止する階床と停止しない階床を設定することにより、運行パターンを設定する。図3の例では、エレベーターE1とE2が1階および乗継階である9階と16階にのみ停止するシャトルエレベーターとして設定されている。また、エレベーターE3が1階～9階に止まるローカルエレベーター、エレベーターE4が9階～16階に止まるローカルエレベーターとして設定され、いわゆるスカイロビー方式の運行パターンが設定されている。

40

【0031】

図4は、乗降パラメータ設定手段6におけるパラメータ設定画面の一例である。図において、ホール分布パラメータ60、61には、エレベーターホールにおいて人がかごの到

50

着を待っている時の立ち位置を算出するためのパラメータを設定する。また、乗降時間パラメータ 62, 63 には、人がエレベーターに乗車する場合、あるいはエレベーターから降車する場合にかかる時間を算出するためのパラメータを設定する。

【0032】

図5は、流入データ設定手段7における流入データの設定画面の一例である。図において、流入データの設定画面70により、流入時刻と出発点、目的地、人数を設定する。図5の例では、時刻8:00に1階から2階へ向かう人が10名、1階から5階に向かう人が15名、3階から8階に向かう人が3名発生するように設定している。また、次の設定時刻8:05には、1階から2階に向かう人が15名、5階から2階に向かう人が2名発生するように設定している。フロア内人流シミュレータ1では、この設定に基づいて、最初の設定時刻8:00から次の設定時刻8:05の間に、1階に25名、3階に3名の人を発生させ、それぞれの目的地に向かう行動をシミュレーションする。

10

【0033】

図5において、71は人の移動経路を設定する画面である。スカイロビー方式のようなエレベーター構成では、目的階に到達する経路として複数の候補がある。例えば、図3に示したような運行パターンでは、1階から8階に移動する経路として、まず、ローカルエレベーターE3を利用して目的階に移動する経路がある。また、シャトルエレベーターE1を利用して一旦9階に移動してから、ローカルエレベーターE3に乗り継いで8階に移動する経路も考えられる。ローカルエレベーターが混雑しており、各階に停止しながら移動する場合には、後者の経路のほうが早い場合があるので、8階に移動する人のうちの何割かは後者のような移動経路を採ると考えられる。移動経路設定画面71では、出発階から目的階へ移動する場合のこのような複数の経路と、その経路を選択する比率を設定する。

20

【0034】

次に、フロア内人流シミュレータ1、エレベーター移動シミュレータ2およびエレベーター乗降シミュレータ3によるシミュレーション動作の詳細について説明する。

【0035】

図6は、本発明の一実施例によるビル内の人流シミュレーションの処理フロー図であり、フロア内人流シミュレータ1、エレベーター移動シミュレータ2およびエレベーター乗降シミュレータ3の全体的なシミュレーション動作の流れを示す。まず、時刻 t をシミュレーション開始時刻とし、エレベーターや人の状態などを初期状態とする(S1)。次に、流入データ設定手段7で設定した流入情報に応じて、時刻 t において流入した人を発生させる。また、既に目的地に到着している人は消滅させる(S2)。次に、個々の人について時刻 t におけるその人の位置、周囲の人、通路、目的とするエレベーターや階段などの位置、状態に応じて、時刻 $t+1$ における移動場所をシミュレーションする(S3)。続いて、個々のエレベーターについて時刻 t におけるエレベーターのかごの位置、速度、加速度、ホール呼び、かご呼びの状態から時刻 $t+1$ におけるかごの位置をシミュレーションする。また、かごが階床に停止している場合には乗降処理などをシミュレーションする(S4)。そして、時刻を1ステップ進め(S5)、シミュレーションの終了時刻となるまでシミュレーションを継続する(S6)。

30

40

【0036】

図7は、図6のステップS3における人の動きのシミュレーション処理の詳細処理フロー図である。以下、シミュレーション対象の人を i 番目の人 P_i として説明するが、これらの処理は全ての人について実施するものとする。

【0037】

まず、人 P_i がエレベーターに乗る予定であり、かつ目的のエレベーターホール内にいる場合は、エレベーターホール内での動作の処理を実施する(S10)。即ち、まだ人 P_i の移動目的方向のホール呼びボタンが押されてなければ、ホール呼びをセットする(S11, S12)。人 P_i がエレベーター E_j に乗車可能であれば、エレベーター E_j に移動し、 P_i の目的階のかご呼びをセットする(S13, S14)。 P_i がいずれのエレベ

50

ーターにも乗車できない場合は、周囲の人やエレベーターのドアとの位置関係に応じて P_i の待ち位置をシミュレーションする (S 15)。

【0038】

ここで、人がエレベーターホールでかごの到着を待っている状態では、一般にエレベーターのドアからある程度の距離をおいた位置で、なおかつ他の人とも一定の距離をおいた位置で待つことが多い。また、エレベーターのかごが到着した場合、あるいはかごが到着する合図が示された場合には、そのかごのドア付近に集まることが多い。ステップ S 15 に示すシミュレーション処理では、このような人とエレベーター、人と人との距離を乗降パラメータ設定手段 6 で設定したパラメータに基づいて算出し、人の待ち位置をシミュレーションする。また、人がエレベーターを待っている状態とエレベーターが到着した時とでは、このパラメータを切り替えることによって、人がエレベーターのドアから離れて待っている状態とドアに近付いている状態を再現する。

10

【0039】

次に、人 P_i がエレベーター E_j のかご内において、かつエレベーター E_j から降車可能な状態であった場合は、人 P_i をエレベーターホールに移動させる (S 16, S 17, S 18)。また、人 P_i がエレベーターホールやエレベーターのかご内ではなく、ビルの通路やロビーなどにいる場合は、周囲の人や壁、目的とするエレベーターや階段などとの位置関係から移動方向を決定し、1ステップ後の位置をシミュレーションする (S 19)。

【0040】

以上の処理手順において、点線で囲ったステップ S 10 から S 18 までの処理は、エレベーター乗降シミュレータ 3 で実施される処理であり、ステップ S 19 はフロア内人流シミュレータ 1 で実施される処理である。

20

【0041】

図 8 は、図 6 のステップ S 4 におけるエレベーターの動きのシミュレーション処理の詳細処理フロー図である。以下、シミュレーション対象のエレベーターを j 番目のエレベーター E_j として説明するが、これらの処理は全てのエレベーターについて実施するものとする。

【0042】

まず、エレベーター E_j のステータスが移動である場合には、現在のかご位置、速度、加速度、ホール呼び、かご呼びの状態から 1ステップ後のかごの移動位置をシミュレーションする (S 30, S 31)。

30

【0043】

エレベーター E_j が、かご呼びあるいはホール呼びのある階床に停止している場合は、 E_j を戸開ステータスとする (S 32, S 33)。また、 E_j が戸開ステータスであり、扉が完全に開き切っていれば降車ステータスとし、そうでなければ扉を開く処理を継続する (S 34, S 35, S 36, S 37)。

【0044】

一方、エレベーター E_j が降車ステータスである場合は、降車完了となるまで降車処理を実施し、降車完了となったら乗車ステータスとする (S 38, S 39, S 40, S 41)。エレベーター E_j が降車ステータスである場合、かご内にいる乗客で、エレベーター E_j が現在停止している階床が目的階である乗客は降車可能状態となる。この場合、図 7 におけるステップ S 16 ~ S 18 の処理により、この乗客はかご内からホールに移動する。

40

【0045】

エレベーター E_j が乗車ステータスである場合は、乗車完了となるまで乗車処理を実施し、乗車完了となったらエレベーター E_j を戸閉ステータスとする (S 42, S 43, S 44, S 45)。エレベーター E_j が乗車ステータスである場合、エレベーターホールにいる人は乗車可能となる。この場合、図 7 におけるステップ S 13, S 14 の処理によりホールにいる人はかご内に移動する。

【0046】

50

エレベーター E j が戸閉ステータスである場合、扉が完全に閉じきっていて E j に対してかご呼びあるいはホール呼びがある場合は E j を移動ステータスとし、そうでない場合は E j を待機ステータスとする (S 4 6 , S 4 7 , S 4 8 , S 4 9)。また、扉が完全に閉じきっていない場合は、扉を閉じる処理を継続する (S 5 0)。

【 0 0 4 7 】

エレベーター E j が待機状態であり、 E j に対するホール呼びが発生した場合は、 E j を移動ステータスとする (S 5 2 , S 5 3 , S 5 4)。

【 0 0 4 8 】

以上の処理手順において、点線で囲ったステップ S 3 8 から S 4 5 までの処理は、エレベーター乗降シミュレータ 3 で実施される処理であり、その他の処理はエレベーター移動シミュレータ 2 で実施される処理である。

10

【 0 0 4 9 】

ここで、人がエレベーターに乗降する動作においては、ある程度の時間がかかるので、この乗降時間をシミュレーションするための処理をステップ S 4 1 および S 4 5 で実施する。例えば、ステップ S 4 1 の降車処理では、次に述べる図 9 に示す降車時間のシミュレーション処理を行う。

【 0 0 5 0 】

図 9 は、エレベーター乗降シミュレータ 3 で実行される乗降時間シミュレーションの詳細処理フロー図である。まず、乗客の降車があったら降車時間カウンタをセットし、エレベーター E j の状態を降車中ステータスとする (S 6 0 , S 6 1)。そして、カウンタが 0 となってエレベーターの状態が降車 OK のステータスとなるまでは、次の降車が発生しないようにする (S 6 2 , S 6 3 , S 6 4)。

20

【 0 0 5 1 】

この乗降時間は、乗降パラメータ設定手段 6 において設定されたパラメータに基づいて算出される。このパラメータは、例えば乗客一人当りの乗降時間そのものであってもよいし、エレベーターへ乗り込む人数やエレベーターから降りる人数、あるいはエレベーターのかご内の乗客人数と乗客一人当りの乗降時間の関係を規定するパラメータであってもよい。

【 0 0 5 2 】

図 1 0 は、フロア内人流表示手段 8 とエレベーター運行表示手段 9 の表示画面例を示す図である。図 1 0 において、フロア内人流表示画面 8 0 では、フロアレイアウト設定手段 4 により設定したフロアレイアウトの二次元マップの上に、それぞれの人の位置をマーク 8 1 のように表示する。このマーク 8 1 の位置は、図 7 に示したシミュレーション手順により時刻ステップ毎にシミュレーションされる人の位置に基づいてアニメーションの形で表示される。表示する階床については、例えばフロア内人流表示手段 8 にコマンド入力を与えることにより、任意に設定できるものであってもよい。

30

【 0 0 5 3 】

図 1 0 において、エレベーター運行表示手段 9 の表示画面例 9 0 において、ハッチングを施した部分 9 1 は、各エレベーターのかごの位置を表す。このかごの位置は、図 8 に示したシミュレーション手順により時刻ステップ毎にシミュレーションされるエレベーターのかご位置に基づいてアニメーションの形で表示される。また、このハッチングを施した部分を色により表示し、表示する色の違いによってエレベーターのステータスを表現するものであってもよい。

40

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、フロア内人流表示手段 8 とエレベーター運行表示手段 9 とを合体した他の実施例によるビル内人流の鳥瞰図表示画面例である。図において、 1 4 1 はビルの外形を表し、 1 4 2 と 1 4 3 は乗継階を表す。 1 4 4 はビルの 1 階のフロアを表し、 1 4 5 は各階のエレベーターホールを表す。また、 1 4 6 、 1 4 7 はエレベーターの昇降路を表す。

【 0 0 5 5 】

図 1 1 の表示形式では、ビル全体の鳥瞰図を背景として、その上に人の位置を 1 4 8 の

50

ような図形として、エレベーターのかご位置を149のような図形として表示する。全てのフロアにおける人の位置を全て表示すると、フロア毎の人の識別が困難となるので、乗継階142、143や1階144についてのみ全ての人を表示し、他のフロアについてはエレベーターホール内についてのみ人を表示するものであってもよい。このような表示とすることにより、ビル内の主要な人の流れを全体像として分かりやすく捉えることができ、なおかつ乗継階やエレベーターホールにおける混み具合などビル内人流においてボトルネックとなりやすい状況を把握することができる。また、人の位置を表す図形をフロア毎に異なる色で表示するものであってもよい。これにより、フロア毎の人の識別が更に容易となる。また、エレベーターの昇降路あるいはかごの色をエレベーターの負荷状態（例えば乗車人数や、稼動頻度など）に応じて色分け表示するものであってもよい。これにより、特定のエレベーターに負荷が集中している状況などを容易に把握することができる。

10

【0056】

図12は、運行履歴表示手段11、移動時間内訳表示手段12およびホール待ち人数表示手段13の表示画面例図である。

【0057】

図12において、110は運行履歴表示手段11によるエレベーターの運行線図表示画面の一例である。同表示画面では、横軸を時刻、縦軸を階床としてエレベーターのかごの位置を折れ線グラフ111として表示する。また、人がエレベーターホールに入ってからエレベーターに乗車するまでの時間を112のような点線として表示する。表示する運行線図は、1台のエレベーターに関するものだけではなく、複数のエレベーターに関する運行線図を重ね合わせて表示するものであってもよい。このような運行履歴表示画面を用いることで、エレベーターの動きを適正化する運行パターンの検討を行うことができる。

20

【0058】

図12において、120は移動時間内訳表示手段12による移動時間内訳表示画面の一例である。同表示画面では、横軸を目的階、縦軸を時間として、次の4項目を表示する。すなわち、ある出発階から目的階に到達するまでに要したフロア内移動時間121、エレベーターによる移動時間122、エレベーター移動中に他者の乗降で発生した待ち時間123、並びにエレベーターホールでの待ち時間124である。このような移動時間内訳表示画面を用いることにより、移動時間を長くしている要因を定量的に把握することができる。

30

【0059】

図12において、130はホール待ち人数表示手段13によるホール待ち人数表示画面の一例である。同表示画面では、横軸を時刻、縦軸を待ち人数として、時刻毎のホール内待ち人数の推移を折れ線グラフとして表示する。このような待ち人数表示画面を用いることにより、エレベーターホールの混雑状況を定量的に把握することができる。

【0060】

最後に、本発明によるビル内の人流シミュレーションを用いたエレベーターのレイアウト設計における設計支援システムあるいは設計支援方法について説明する。

【0061】

まず、ビルの階床数や各階の設定人口、各フロアの概略レイアウトから経験的知見などに基いて、フロアレイアウト設定手段4とエレベーター設定手段5により、第1次案を設定する。第1次案としては、エレベーターの仕様、台数、配置を決定し、フロアレイアウト、エレベーターの仕様、運行パターンなどを設定する。また、オフィスビルの場合、予想されるテナントの出勤時間、商業ビルの場合には予想される来客ピーク時間帯などに基いて人の流入データを流入データ設定手段7により設定する。乗降パラメータについては、ビルの用途、ビルを建設する地域などに応じたパラメータを乗降パラメータ設定手段6により設定する。

40

【0062】

以上の設定が終了したら、フロア内人流シミュレータ1、エレベーター移動シミュレータ2およびエレベーター乗降シミュレータ3により、ビル内の人の流れのシミュレーショ

50

ン処理を実行する。そして、運行履歴表示手段 1 1、移動時間内訳表示手段 1 2 およびホール待ち人数表示手段 1 3 により、エレベーターの運行履歴、移動時間の内訳およびホール待ち人数の履歴などを表示する。

【0063】

ここで、例えば 1 階のホール待ち人数が異常に多い場合には、1 階からのエレベーターの輸送効率が不十分であることが考えられる。更に、移動時間内訳を調べた結果、上層階への移動でエレベーターの待ち時間が多くなっていた場合は、上層階用エレベーターの輸送効率が不十分であると考えられるので、上層階用エレベーターの改善を検討する。具体的には、エレベーターの台数や定員の変更、運行履歴を調べて上層階と下層階の切り分け方の検討などを行う。

10

【0064】

また、移動時間内訳を調べた結果、上層階への移動において歩行時間が異常に長くなっている場合には、乗継階においてロスが発生していることが考えられる。この場合は、例えばフロア内人流表示手段 8 により乗継階の人の流れを表示し、通路の混み具合や、人の迷い動作の有無などを調べ、改善案を検討する。

【0065】

さらに、移動時間が全体的に長くなっており、移動時間内訳だけでは原因が特定できないような場合には、図 1 1 に示したビル内人流の鳥瞰図表示を用い、人の流れが滞っている場所や、特定のエレベーターへの負荷の集中の有無などを調べ、原因を特定する。

20

【0066】

その他、フロア内人流表示手段 8 を用いたエレベーターホールにおける人の混み具合の確認、運行履歴表示手段 1 1 を用いたエレベーターの運行状況の確認などを行い、必要に応じてエレベーターホールの広さの改善や運行パターンの改善などを実施する。

【0067】

以上の改善を実施した設定により再度ビル内人流のシミュレーションを実施し、同様の評価を行う。この様な手順を繰り返すことにより、実際にビルを建設する前に乗継行動も含めて適正化されたエレベーターの仕様、レイアウト、運行パターンなどを設計することができる。

【図面の簡単な説明】

【0068】

30

【図 1】本発明の一実施例によるビル内の人流シミュレーションシステムの全体構成図である。

【図 2】フロアレイアウト設定手段 4 におけるフロアレイアウト設定画面例である。

【図 3】エレベーター設定手段 5 におけるエレベーター設定画面の一例である。

【図 4】乗降パラメータ設定手段 6 におけるパラメータ設定画面の一例である。

【図 5】流入データ設定手段 7 における流入データの設定画面の一例である。

【図 6】本発明の一実施例によるビル内の人流シミュレーションの処理フロー図である。

【図 7】図 6 のステップ S 3 における人の動きのシミュレーション処理の詳細処理フロー図である。

40

【図 8】図 6 のステップ S 4 におけるエレベーターの動きのシミュレーション処理の詳細処理フロー図である。

【図 9】エレベーター乗降シミュレータ 3 で実行される乗降時間シミュレーションの詳細処理フロー図である。

【図 10】フロア内人流表示画面とエレベーター運行表示画面の例を示す図である。

【図 11】フロア内人流表示手段 8 とエレベーター運行表示手段 9 とを合体した他の実施例による表示画面の例としてのビル内人流の鳥瞰図表示画面例である。

【図 12】エレベーター運行線図、移動時間内訳およびエレベーターホール待ち人数の表示画面例図である。

【符号の説明】

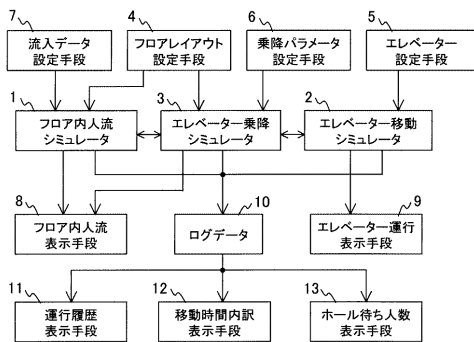
【0069】

50

1 ... フロア内人流シミュレータ、2 ... エレベーター移動シミュレータ、3 ... エレベーター乗降シミュレータ、4 ... フロアレイアウト設定手段、5 ... エレベーター設定手段、6 ... 乗降パラメータ設定手段、7 ... 流入データ設定手段、8 ... フロア内人流表示手段、9 ... エレベーター運行表示手段、10 ... ログデータ、11 ... 運行履歴表示手段、12 ... 移動時間内訳表示手段、13 ... ホール待ち人数表示手段。

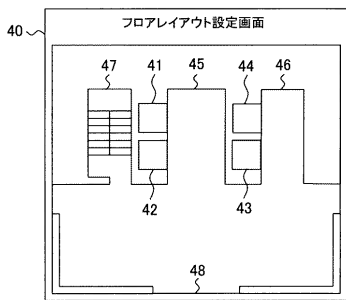
【 図 1 】

図 1



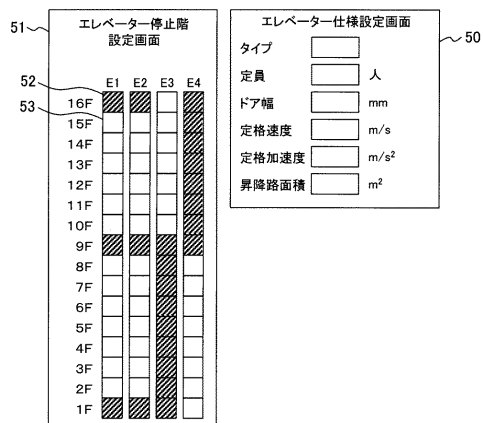
【 図 2 】

図 2



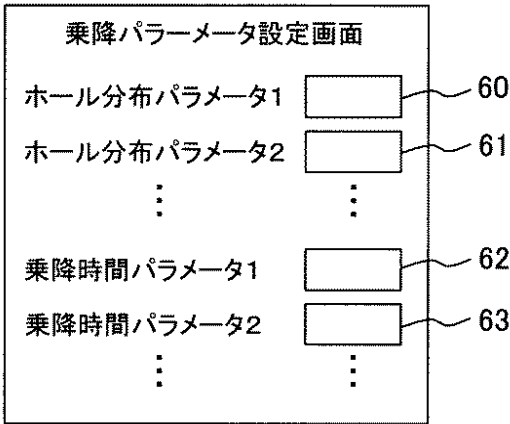
【 図 3 】

図 3



【 図 4 】

図 4



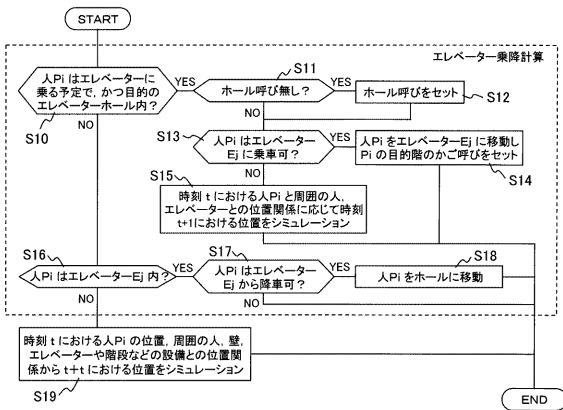
【 図 5 】

図 5

時刻	出発点	目的地	人数	出発階	目的階	経路	比率
8:00	1F	2F	10	1F	8F	E3:1F→8F	0.8
8:00	1F	5F	15	1F	8F	E1:1F→9F, E3:9F→8F	0.2
8:00	3F	8F	3	1F	9F	E1:1F→9F	1.0
8:05	1F	2F	15	⋮	⋮	⋮	⋮
8:05	5F	2F	2	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

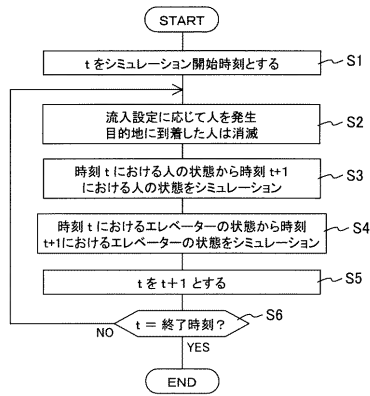
【 図 7 】

図 7



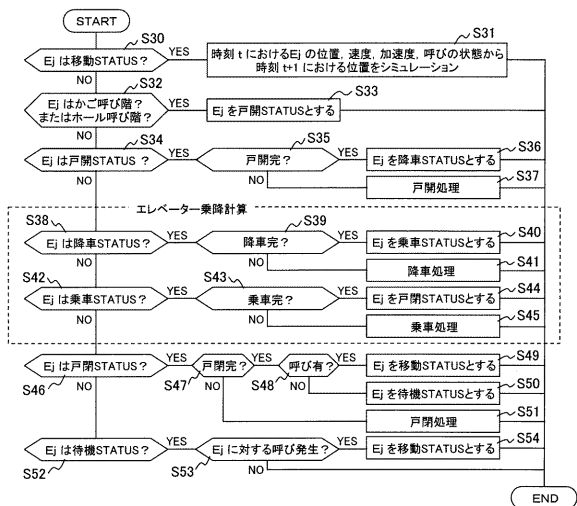
【 図 6 】

図 6



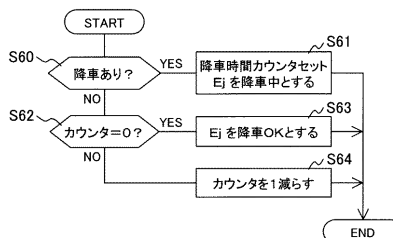
【 図 8 】

図 8



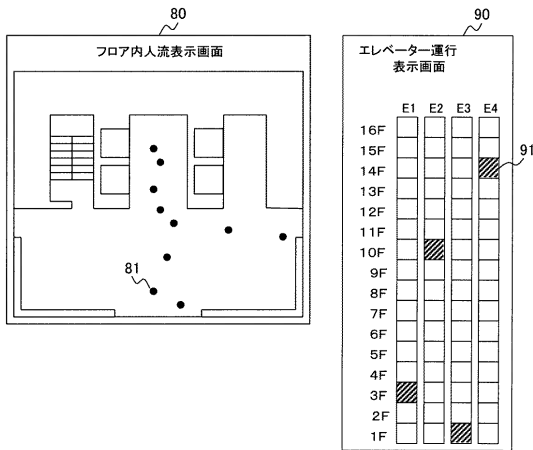
【 図 9 】

図 9



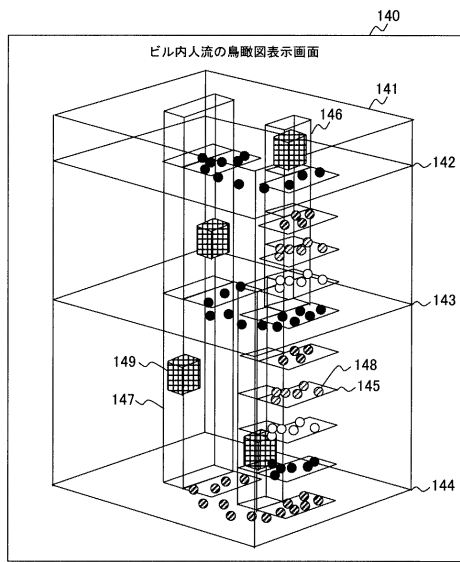
【図10】

図10



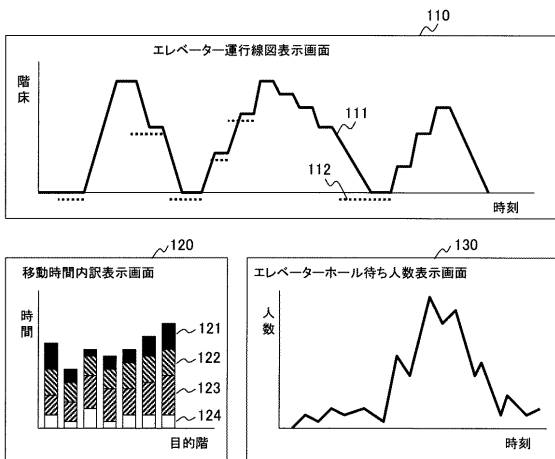
【図11】

図11



【図12】

図12



フロントページの続き

(72)発明者 寺本 律

茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 萩原 高行

茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 森下 信

神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人 横浜国立大学内

(72)発明者 梅津 充幸

東京都渋谷区恵比寿南一丁目5番5号 株式会社ジェイアール東日本企画内

Fターム(参考) 3F303 CA16 EA05 FA02