

将来予測知能群管理エレベーター「FI-600」

Next-generation Elevator Group Control System Using Advanced Forecasting Trajectory Technique

会田 敬一 Keiichi Aida

玉田 正昭 Masaaki Tamada

吉川 敏文 Toshifumi Yoshikawa

杉本 浩一 Hirokazu Sugimoto

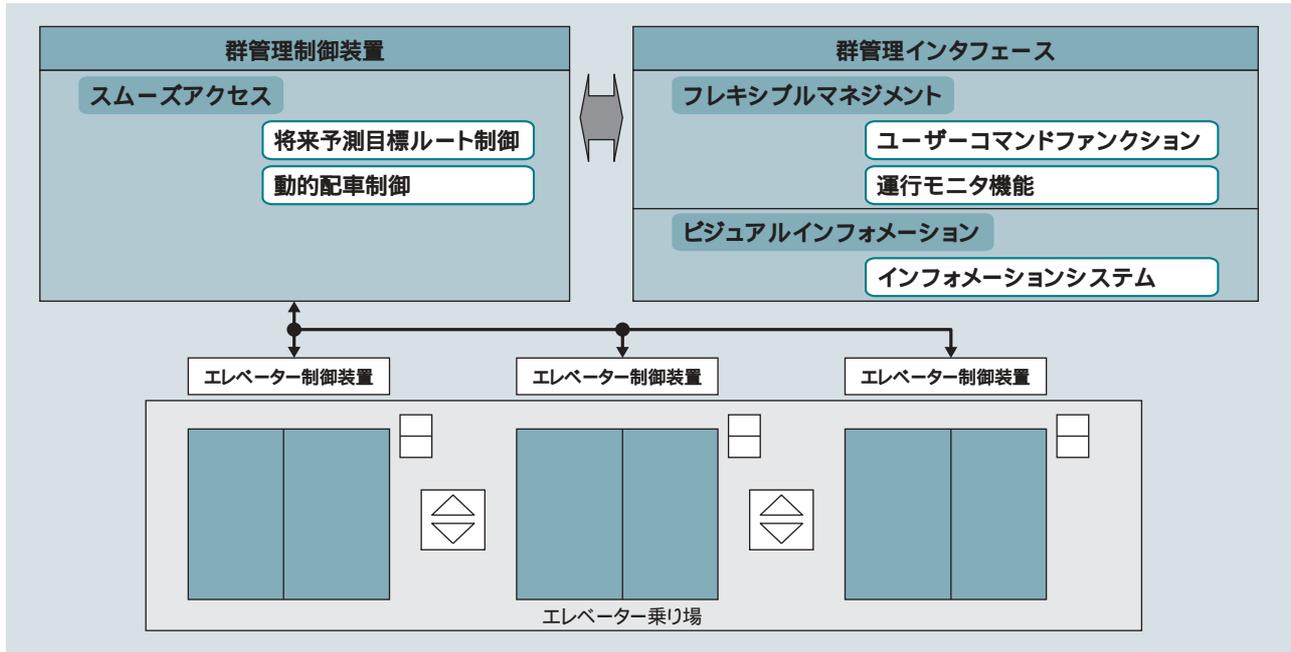


図1 将来予測知能群管理エレベーター「FI-600」の構成

群管理エレベーター「FI-600」は、群管理制御装置内に「将来予測目標ルート制御」と「動的配車制御」を、群管理インタフェースとして「ユーザーコマンドファンクション」、「運行モニタ機能」と「インフォメーションシステム」を新たに備えた。

1.はじめに

近年、都市部における再開発が活況を呈しており、ビルの利用価値の向上をねらいとして、大規模化・高層化・複合化の傾向が強くなっている。

大型ビルにおいては、エレベーターが縦の交通機関の役割を果たしており、複数台のエレベーターを一つのグループとして統括管理する群管理制御によって、さらに効率よい運行が可能となる。この群管理制御には、利用者全体の待ち時間に配慮して、各エレベーターをバランスよく運行させる技術や、ビル管理者による運用をわかりやすくサポートする技術などが望まれている。

日立グループは、今回、利用者の高い満足度と、さらなる利便性を追求し、スムーズアクセス、フレキシブルマネジメント、ビジュアルインフォメーションの三つのコンセプトを柱に、将来予測知能群管理エレベーター「FI(Flexible Intelligence)600」を製品化した。

ここでは、将来予測知能群管理エレベーター「FI-600」について述べる(図1参照)。

2.スムーズアクセス

利用者への待ち時間の質の向上を図るため、待ち時間の短縮や長待ち発生確率の低減をねらいとし、「将来予測目標ルート制御」と「動的配車制御」を開発した。

2.1 将来予測目標ルート制御

2.1.1 待ち時間短縮の取り組み

群管理エレベーターの性能は、待ち時間、乗車時間、かご内の混雑度などで評価される¹⁾。特に、基本となる待ち時間については、多くの利用者からの要望が高いことから、待ち時間の短縮と長待ち発生確率の低減を課題として、制御アルゴリズムの開発を続けてきた。

待ち時間を短縮するには、エレベーターを時間的等間隔に

エレベーターは、日常のビジネスシーンでも生活シーンでも身近な縦の交通機関として重要な役割を果たしている。大規模ビルなどでは、複数台のエレベーターを一つのグループとして考え、待ち時間に配慮してバランスよく運転する群管理エレベーターがある。今回、各エレベーターが将来どのような軌跡で運行するかを予測する「将来予測目標ルート制御」などの新技術を開発した。これらにより、混雑時をはじめ、さまざまな交通需要に対し、待ち時間の低減を図るスマートな群管理エレベーターを製品化した。

配車すればよいことが知られている。しかし、一時的に交通需要が増えると、エレベーターが途中で数珠つなぎとなって同一方向に運転する、いわゆるだんご運転状態が発生する。従来はこうした状態を解消するために、現時点での待ち時間や間隔による制御によって最適なエレベーターを配車していた。ところが、混雑が継続した場合、このだんご運転状態を解消しきれずに長待ちが発生するという問題があった。

新しい群管理エレベーターでは「現時点」ではなく、将来の運行軌跡である「予測ルート」でエレベーターを配車する「将来予測目標ルート制御」を開発した(図2参照)。

2.1.2 制御アルゴリズム

将来予測目標ルート制御は、エレベーターの運行軌跡に着目し、将来にわたって各エレベーターどうしを、より安定した時間的等間隔な状態に近づけることを図った制御である。

具体的な制御概念は次のようになる(図3参照)。

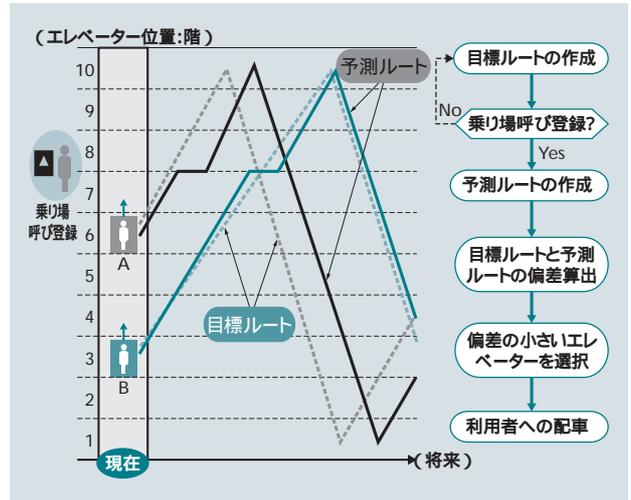
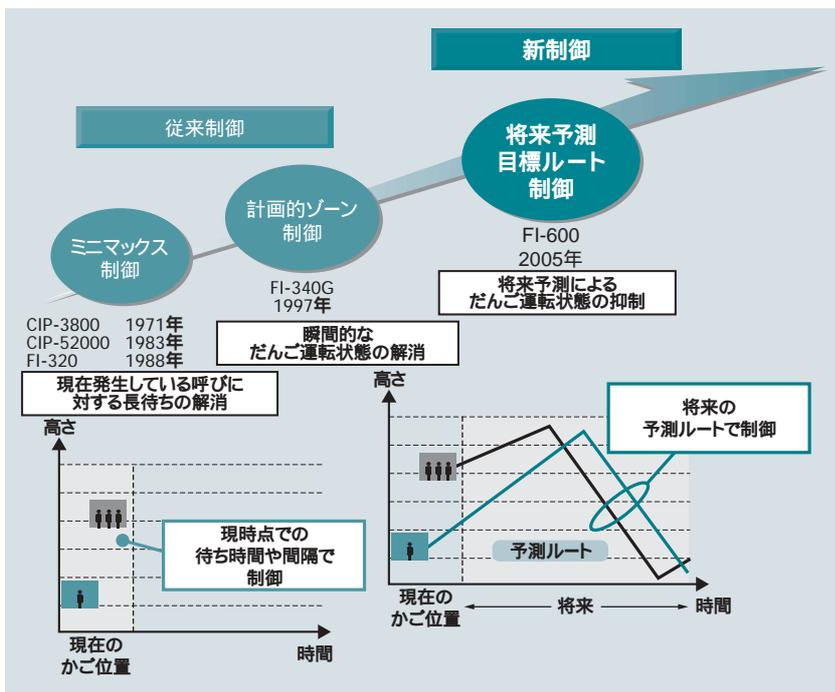


図3 将来予測目標ルート制御概念図
各エレベーターごとに「予測ルート」を求め、「目標ルート」に沿ったエレベーターを選択する。

- (1) 将来の各エレベーターの位置を時間的等間隔に配車するための「目標ルート」を、各エレベーターごとに定める。
- (2) 新たな利用者が乗り場の呼びを登録すると、現在の利用状況と過去の利用状況に基づいて、エレベーターの将来の運行軌跡である「予測ルート」を作成する。
- (3) 「目標ルート」と「予測ルート」の偏差を算出する。
- (4) 偏差の小さいエレベーター、つまり「予測ルート」が「目標ルート」に沿ったエレベーターを選択し配車する。

一方、混雑時などに各階で新たな乗り場呼びが多数発生すると、演算処理に多大な時間がかかる。このため、演算処理時間の高速化に配慮した実装用の等価な論理が必要となる。

ここで、「目標ルート」の制御上の役割は、将来にわたって各エレベーター



注:略語説明 CIP(Computerized Information Processing),FI(Flexible Intelligence)

図2 日立群管理エレベーターの変遷

従来制御では現時点での待ち時間や間隔で制御していたが、新制御では将来の予測ルートで制御し、待ち時間の低減を図った。

どうしを、より安定した時間的等間隔な状態にするための参照基準としていた。そこで、「目標ルート」の概念に基づいて、他のエレベーターの「予測ルート」を参照基準に定めるようにした。具体的には、各エレベーターの「予測ルート」を作成して、この「予測ルート」の時間的等間隔性を評価する方式を採用した。

2.2 動的配車制御

昼食時などの混雑時に対し、比較的使用状況の少ない平常時や閑散時などにおいては、サービスの完了したエレベーター（以下、待機エレベーターと言う。）が効率よくサービスできるように、バランスよく待機する制御がある。

従来は階高に応じて待機ゾーンを設定し、各ゾーンごとに、これまで利用が多い階へ待機エレベーターを1台ずつ配車し、特に混雑している階には複数台の待機エレベーターを配車していた。

しかしながら、例えば出勤時間帯の前半のように、徐々にロビー階の利用人数が増えるような状況においては、ロビー階に複数の待機エレベーターを配車できない場合があった。

今回の開発では、従来の制御をさらに進化させ、この待機エレベーターを積極的に活用し、さらなる待ち時間の短縮を図る「動的配車制御」を開発した。

動的配車制御は、過去と現在の利用状況から将来の利用人数を予測し、この将来予測利用人数に応じて動的に待機ゾーンを設定する方式である（図4参照）。これにより、全体の利用状況に応じてきめ細かく待機エレベーターを配車することが可能となり、スムーズなエレベーター運行を実現することができる。

2.3 効果

新しい群管理エレベーターでは、待ち時間のばらつきを抑制することで、従来製品と比較して、平均待ち時間5～10%

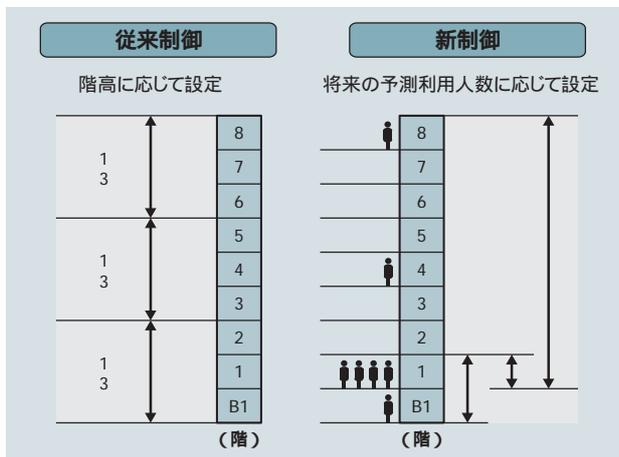


図4 従来制御と新制御の待機ゾーン設定例
エレベーターが3台の場合の待機ゾーンの設定例を示す。新制御は、きめ細かなエレベーター運行を実現する。

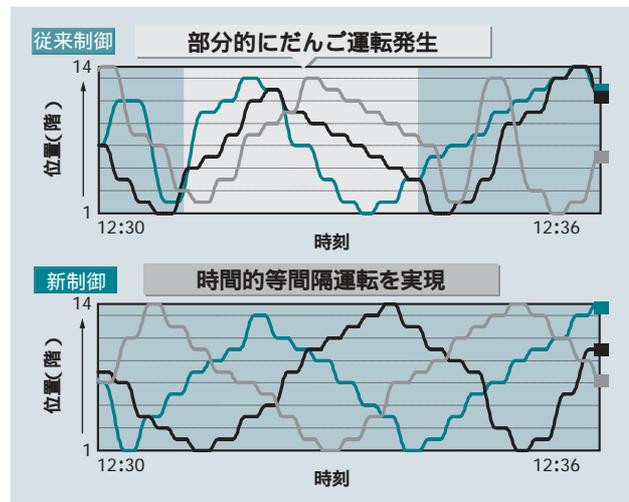


図5 将来予測目標ルート制御による効果を示す運行軌跡
従来制御では部分的にだんご運転状態となっていたが、新制御では、だんご運転を解消する時間的等間隔な運行軌跡を実現した。

の低減と、混雑時の長待ち発生確率6～12%の低減を実現し、利用者への「待ち時間の質の向上」を図った（図5参照）。

3.フレキシブルマネジメント

ビル管理者へのサポートを目的として、運用時の使い勝手選定や運行状況把握を行う「ユーザーコマンドファンクション」と「運行モニタ機能」を開発した。

この機能は、管理者用パソコンとエレベーター群管理制御盤とをエレベーター専用のLAN（Local Area Network）配線に接続することで実施できる。

3.1 ユーザーコマンドファンクション

エレベーターの乗り場や乗りかご内に関する使い勝手仕様61項目を、設定することができる。

例えば、ロビー階で待機しているエレベーターの戸を開けておくか、閉めておくかを選択することができる。

ロビー階からの利用を重視するビルにおいては、戸を開けて上向きサービス案内をしながら待機することができる。また、地下階やロビー階近傍の階のサービスを含め、全体のサービスを考慮する場合には戸を閉めて待機することで、上方向または下方向のどちらの方向に対しても直ちに運行サービスすることができる。

このほか、地下階から出発したエレベーターをロビー階にいったん停止させるロビー階強化サービス仕様などがある。

3.2 運行モニタ機能

エレベーターの運行状況（乗り場呼び継続時間、利用人数、稼働台数）を管理者用パソコンに表示することで、エレベーターの利用状況や交通需要を確認することができる。過去のエレベーターの運行状況を保管し比較することで、待ち時間

の増大要因が、利用者の増加なのか、エレベーターの利用状況の変化であるのかなどを確認することができる。

4. ビジュアルインフォメーション

多彩な情報提供によって、目的階までの移動をサポートしたり、エレベーターを待っている時間や乗っている時間のストレス緩和などのために、「インフォメーションシステム」を開発した。

4.1 インフォメーションシステム

運行状況の案内から、ニュースや広告、イベント案内などの一般情報まで、利用者が知りたいこと、利用者に伝えたいことを乗り場や乗りかご内に設置したカラー液晶ディスプレイでグラフィカルに表示できる(図6,7参照)。

また、スケジュール機能による映像配信によって、放映画像の内容やテロップの有無などを、時系列ごとに細かく設定できることから、エレベーターの利用の時間帯や目的に合わせ、効果的な情報発信が可能となる。

5. おわりに

ここでは、将来予測知能群管理エレベーター「FI-600」について述べた。

今回製品化した「FI-600」では、各エレベーターの将来の運行軌跡を予測し、将来の位置を基にして制御する将来予測目標ルート制御を開発することによって、各エレベーターのいっそう安定した時間的等間隔化を図った。また、動的配車制御により、待機エレベーターを積極的に活用した。その結果、従来製品に比べ、平均待ち時間は5~10%短縮し、60秒以上の長待ち発生確率が6~12%改善した。

さらに、運用時の使い勝手選定を行うユーザーコマンドファンクション、運行状況把握を行う運行モニタ機能を盛り込



図6 情報提供の例

運行状況の案内から、ニュースや広告などの一般情報までをカラー液晶ディスプレイに表示できる。

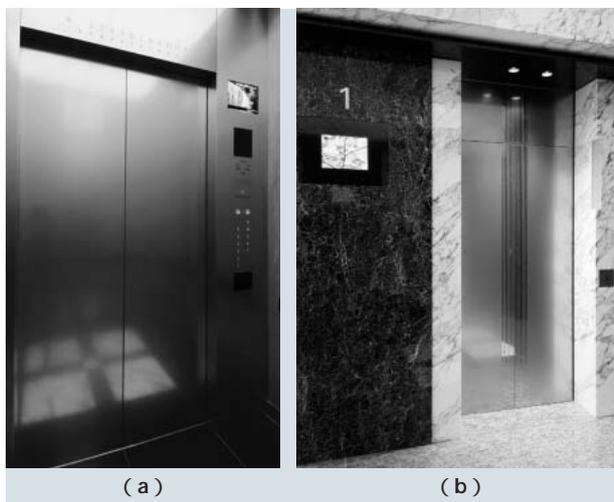


図7 東京汐留ビルディングへの納入事例

東京汐留ビルディングで稼働中の日立群管理エレベーターには、かご内(a)と乗り場(b)にカラー液晶ディスプレイを設置している。

み、インフォメーションシステムによる待ち時間のストレスの緩和など、サポート機能やオプション仕様の充実化を図った。

今後も、顧客満足度を高めるため、大規模化・高層化・複合化に対応した利便性の高い群管理エレベーターを提供していく。

参考文献

- 1) 米田, 外: 階床ごとのニーズに合わせて運行する群管理エレベーターシステム, 日立評論, 79, 9, 695~700(1997.9)
- 2) 吉川, 外: かご運行軌跡の時間的等間隔化を狙ったエレベーター群管理制御, 日本機械学会, 技術講演会, No.05-68(2006.1)

執筆者紹介



会田 敬一
1992年日立エレベーターエンジニアリング株式会社入社、日立製作所 都市開発システムグループ 水戸ビルシステム本部 所属
現在、エレベーター製品のソフト開発に従事



吉川 敏文
1993年日立製作所入社、日立研究所 情報制御研究センター インバーティノベーションセンタ 所属
現在、エレベーターのシステム研究に従事
電気学会会員



玉田 正昭
1970年日立製作所入社、都市開発システムグループ グローバル事業企画本部 所属
現在、昇降機の製品企画に従事



杉本 浩一
1984年日立エレベーターエンジニアリング株式会社入社、日立製作所 都市開発システムグループ 水戸ビルシステム本部 所属
現在、昇降機全般の品質保証に従事