

4. 研究現況

4.1 列車の運転整理

列車運行乱れを解消する計画作成時間を考慮した方向別複々線における運転整理

熊澤 一将

鉄道において列車の運行が乱れたとき、運転整理業務が行われる。現在、この業務は指令員によって行われているが、ダイヤ変更や評価に関する明確な指標がなく経験に頼る部分が多い。このため、列車運行の高速・高密度化に対応して迅速かつ的確な運転整理を行うためには、計算機による支援が強く望まれている。先行研究より、乗客の立場からダイヤの定量的な評価を行い、それに基づいて適切なダイヤ変更手段を選択する運転整理案作成支援システムの作成を行っている。

先行研究までのモデルでは障害発生時刻において瞬時に運転整理案を作成・実施するという仮定をおいていた。本研究では、より現実に即した評価指標を導出するために、運行障害情報の伝達・把握や運転整理案作成時間を考慮した乗客流推定法を提案する。これによって、より現実的な運転整理案の作成が可能になった。

Train rescheduling considering time for planning strategies for recovery from irregular operation on direction quadruple tracks

KUMAZAWA Kazumasa

Train rescheduling during disrupted service is a substantially significant task for urban railway operators. This task typically depends on the experiences and personal decisions of the professional operators. The operators use neither systematic methodologies for modifying train schedules nor quantitative criteria for measuring the quality of the rescheduled plans. Thus, operators have requested assistance in the form of a computer-aided train-rescheduling program. The authors have created a computer-aided train rescheduling system that seeks to minimize passenger inconvenience. The rescheduling algorithm calculates a value for the amount of inconvenience experienced by the passenger.

The proposed rescheduling method also introduces the idea that the time required to create, broadcast, and implement a new plan of operation is itself a delay which must be accounted for in order to render a realistic passenger flow analysis during disordered operation. Ultimately, the passenger flow analysis discussed in this paper is a tool for evaluating the causality of train system events after the initial event that caused the disruption of service. The author asserts that their modification results in a more realistic evaluation of the passenger flow.

複数経路を考慮した運転整理支援システムのための乗客流推定法

田中 峻一

先行研究では、運転整理案の評価に関して、「乗客の視点から見た」評価を行っている。乗客の不効用（所要時間、乗換、混雑）を評価値とし、その値が小さいものほどよい運転整理案であると考えられる。

その際、各区間にどのくらいの乗客が乗っているか、また、どこで乗客が乗換を行うかという乗客の行動を推定する必要があるが、これまでは、乗客は所要時間と乗換で被る不効用が最小となる区間を一意的に選択すると仮定して、乗客流の推定を行っていた。

混雑の影響は乗客流を推定したのちでしかわからないため、混雑を乗客の行動を推定する際の指標として用いることができないため、その影響で乗客の行動が不自然になることがあった。そこで、乗客が所要時間と乗換の不効用が比較的小さい経路を確率的に選択するという仮定に変更し、乗客流の推定を行ったところ、間接的に乗客の混雑を考えなかったことによる影響が緩和された。

The method of passengers flow analysis under consideration of multi-paths for train-rescheduling system

TANAKA Shunichi

The evaluation of train rescheduling in the proposed train rescheduling system is based on passengers' view. The evaluated value is passengers' discomfort of traveling time, transfer, and congestion.

For recognizing how many passengers get on each train, we must estimate passengers' flow. In proceeding research, we assume that passengers act according to minimization of their discomfort of traveling time and transfer. (Congestion can't be considered because it depends on the result of passenger flow analysis.)

We consider multi-paths that have relatively-small discomfort, and assume that passengers select their routes from the multi-paths stochastically.

The method of multi-paths can mitigate effects of non-consideration of congestion indirectly

Fundamental Modeling for Optimal Design of Transverse Flux Motors

Genevieve Patterson

Direct drive motors and generators have recently become popular in applications such as ship propulsion and wind turbines. This drive configuration has gained popularity due to the possibilities for high torque, low speeds, and high power density. Because these applications require motors with high input frequency, short pole pitch, and strong excitation, motor designers are increasingly making transverse flux type permanent magnet motors (TFM).

In the last year, my topic of research has been a new design for a permanent magnet synchronous motor that evolved from the classical model of the TFM for intended application in electric ship propulsion. The goals of this new design were high torque output at low speeds, high power factor, and simple construction. Hitachi Research Laboratory was a partner in this project from the beginning, and that laboratory's Tunnel Actuator was a progenitor of my design.

The final design was a disk motor with 36 permanent magnets incorporated in the rotor, 3 phases, and 2 C-shaped stator cores per phase. Key aspects of this design include short pole-pitch and a simple flux path which travels around the 'C' of the stator core and through the PMs which pass through the stator cores' air gap. These factors allow for straight-forward mathematical simulation, which facilitates rapid prediction of machine performance. The attributes of this machine also mean that higher torque is available at low speeds.

The progress of this project thus far has been that a mathematical model was created for this design, a prototype was built, and testing of that prototype is currently underway. No-load testing of the machine is complete, and the output of the machine has matched the simulated results within 20% before accounting for unintended losses.

一定むだ時間を考慮したトリプルレートオブザーバの研究

櫻井 大輔

モータのフィードバック制御では、パルスエンコーダを用いて位置情報と速度情報を取得することが多い。この手法では、情報を得るサンプル周期が十分に短い必要がある。その代替手段として、汎用ビデオカメラと安価な A/D、D/A のインターフェースで取得した位置情報を使えば利点が多い。しかし、離散的な情報をコンピュータに取り込む際に、カメラのフレームレートに起因するサンプル周期とは独立の周期で情報が再度離散化される場合がある。本研究では、その場合でも安定に状態推定ができるトリプルレートオブザーバという設計法を提案した。理論的にこの手法で推定の安定性を示すことができ、シミュレーションでも適切な状態推定ができることを確認した。実際のリニア同期モータのパラメータを用いたシミュレーションで、安定に制御できる結果を得られた。

A Triple-Rate Observer That Considers Dead Time

SAKURAI Daisuke

The initial motivation for this research was to control a linear synchronous motor with feedback positioning signals provided by a multi-purpose camera instead of a linear pulse encoder. Replacing the pulse encoder with a multi-purpose camera would make the design of a linear synchronous motor more light-weight and adaptable. However, the multi-purpose camera's sampling rate is limited to 30Hz, too low for feedback control. Furthermore, the large amount of image processing calculations required to obtain position signals causes dead time. And this image processing calculations usually have a sampling rate which is other than multi-purpose camera. This makes the feedback control unstable. This research proposed a triple-rate observer which considers dead time to overcome the above mentioned problems. This method is based on dual-sampling-rate observer. Simulations showed that this method is effective to obtain reliable state estimation. And the stability of this method was shown theoretically.

地上回生機能を活用した直流電気車高速回生ブレーキ有効活用法の提案と定量的評価

野田 昂志

近年の電気鉄道車両はブレーキ時に主電動機を用いて発電し、回収したエネルギーを同一供給電車線路内に存在する他の列車等に供給する電気ブレーキ、即ち回生ブレーキを用いている。このような車両であっても、従来の摩擦力による機械ブレーキと電磁気力による回生ブレーキが併用されている。これは回生ブレーキだけでは常用最大ブレーキ力を下回ってしまうからである。電気車の機械ブレーキは空気圧で制御されているため応答速度が遅い。ブレーキ力の源は摩擦力であるから、摩擦係数という環境に左右されやすい要素を含んでいる。さらに、機械ブレーキは保守に手間と費用がかかる上、摩擦の変動要素が原因で乗り心地を悪化させたり滑走を誘発したりする問題もある。

本研究では、常用ブレーキとして機械ブレーキを用いず、回生ブレーキのみを利用する純電気ブレーキシステムを提案し、地上回生機能を備えた変電所を持つ直流電気鉄道の高速度車両を対象に、その導入効果を示した。

*Proposal and Quantitative Validation of the Effectiveness of Using the Full Force of Regenerative Brakes at High Speed**-Case Study Examining the Usefulness of Regenerative Substations-*

NODA Takashi

A recent electric train uses electric brakes which convert mechanical to electric energy and send the regenerated energies to other trains on the same route. These brakes are called regenerative brakes. The regenerative brakes have to be used with conventional mechanical brakes using frictional force, the regenerative braking force is less than the simultaneous service braking force required at high speed. The response of mechanical brakes is much slower than electric brakes. The source of mechanical braking force is friction, which strongly depends on environment. A change of frictional force worsens ride quality and causes slip. Furthermore, mechanical braking force costs time and money for maintenance.

In this research, the author proposes using pure electric brakes as the ordinary brakes, which means that only the regenerative brakes without any mechanical brakes will be used at high speed. And the author evaluates the advantage of the proposed braking concept under the assumption of regenerative substations in a modern DC-electrification system.

電気車における並列駆動誘導機の電圧/電流計測値に基づく状態推定と再粘着制御

槻木澤 佑公

鉄道においてその推進には鉄車輪とレール間の粘着力を利用している。しかし、粘着力に関係する現象としてしばしば発生する滑走・空転によって推進力が減少してしまうこと、車輪・レールの損傷を招くなど、この発生を防ぐことは大きな課題である。そこで本研究では電気車の駆動に関わるこの滑走・空転現象に関して、インバータ装置の制御の面から滑走・空転を最小限に抑え最大限の減速/加速を実現するための制御則の提案を目的とする。

そのために、旅客車両で一般的な複数誘導機並列駆動システムにおいてこれまで検討されていなかった、4電動機のそれぞれの駆動電流を測定し、その情報に基づき4電動機それぞれに対して状態およびトルク推定を行い、それをもとに4駆動軸それぞれに対する粘着力等の振る舞いについて推定を行った。

その結果、個別電流測定による負荷トルク推定により各軸の空転の収束の検知ができることを確認した。また、現状の再粘着制御法に関しては、非線形トルク絞込みテーブルの特性上、空転の拡大だけに注目し、空転の縮小については無視していることがわかった。

State estimation of parallel driven asynchronous motors at an electric train based on their motor voltage / current measurement and its re-adhesion control.

TSUKINOKIZAWA Yutaka

It is important to avoid the slip and to use traction force effectively for acceleration and deceleration in railways. The traction force is limited by adhesion phenomenon. In recently, Parallel asynchronous motors drive system with PG sensorless vector control spread in Electric railway. But, the system may compare unfavorably detection of slip or skid with PG vector control system.

To solve the problem, we set up one ammeter for one motor and estimate states and instantaneous torques of the four asynchronous motors on the EMU with adaptive state observer. The instantaneous traction force is estimated from the nstantaneous torque of motor with mechanical observer. We examine instantaneous traction force with re-adhesion control

センサ駆動周波数を用いた大電流測定用フラックスゲートセンサ

小幡 寛

本研究では、直流電流専用フラックスゲートセンサの測定対象電流に交流成分のノイズが混在した場合に、センサ出力に含まれる交流ノイズを低減する方法を提案する。

著者は AC ノイズによる外乱を低減する方法を提案し、ノイズの低減効果の評価をシミュレーションと実験によって行った。

シミュレーション、実験結果ともにフラックスゲートセンサ駆動周波数に対し、2次の高調波ノイズによる影響が最も大きく、著者の提案する方法により、2次以上の高調波に対してもセンサ出力ノイズを低減可能であることを確かめた。

Dynamic calculation of nonlinear magnetic circuit for computer aided design of a fluxgate direct current sensor

OBATA Hiroshi

In the present study, when the noise of the exchange element exists together in the current of the measurement object of the flux gate sensor only for direct current, it proposes the method of decreasing the exchange noise included in the sensor output.

The author proposed the method of decreasing turbulence by the AC noise, and evaluated the effect of the decrease of the noise by the simulation and the experiment.

The influence of both simulations and the outcome of an experiments by the second high harmonic noises was the largest to the flux gate sensor drive frequency, and it was confirmed to be able to decrease the sensor output noise to the second higher harmonics waves or more by the method proposed by the author.

生体の二関節筋の特徴を取り入れたヒューマノイドロボットの運動制御

福正 博之

ヒューマノイドロボットの運動制御簡単化のために、近接する二つの関節にまたがり同時に駆動させる二関節筋に着目する研究がある。先行研究によれば、上肢を固定した状態で手先から発生する力の方向を意図的に変化させた場合、二関節筋があることによってそれぞれの筋肉の出力量が簡単な比例配分制御をおこなっていることが理論解析および筋電図測定によって明らかになっている。

これは手先位置から各関節角度を求め、逆運動学を計算することでアクチュエータトルクを決めるという従来のロボット工学とは異なり、生体はもっと簡単な方法で運動制御をおこなっているのではないかという分析につながっている。

本研究では、筋電図で得られていた結果を具体的に計算式によって証明し、確かに筋肉の役割をするアクチュエータへ簡単な比例配分制御入力を行うことで手先の力の方向を任意に決められることを計算により明らかにした。加えてそのような状況が実現できているのは上腕と前腕の長さがほぼ等しいことが一つの条件になっており、ヒトがその性質を持っていることの利点を式から把握した。

Motion control of a humanoid robot with bi-articular muscle mechanism of life and its characteristics

FUKUSHO Hiroyuki

Research for motion control of a humanoid robot with consideration of bi-articular mechanism which is connected between two joints and rotates those joints at the same time is advancing now. It has been already obvious from the previous research that direction of the force from the tip point of an arm and a leg is defined from each actuator control. And it is actualized by simple proportional distributed control.

This means that our life might not use a complex calculation like inverse kinematics using the information of the position of tips and each joint angles but use easy control like above proportional distributed actuator control.

In this research, the author has calculated the direction of the force from the tip of arm and it has also cleared the direction can be decided by above control theory on the static condition.

And it has been cleared that length of each joints should be almost same in this condition.