



Title	Stabilization and Recovery of a Vehicle Near Rollover by Nonlinear Model Predictive Control
Author(s)	Jaiwat, Pathompong
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/53948
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (Pathompong Jaiwat)	
Title	Stabilization and Recovery of a Vehicle Near Rollover by Nonlinear Model Predictive Control (非線形モデル予測制御による横転直前車両の安定化と復元)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>A four wheel passenger car during rollover shares some characteristics with an inverted pendulum. An inverted pendulum consists of a pendulum attaches to the cart that move freely on horizontal direction. If the inverted pendulum can be stabilized in upward position, then the vehicle during rollover can also be stabilized at the near rollover position and prevent the vehicle from complete rollover. The vehicle's suspension system is consisting of the vehicle body attaches to the axle by nonlinear spring and damper. By applying an inverted pendulum to a real passenger car that contains a suspension system, the inverted pendulum needs to be modified. The special type of double inverted pendulum is applied in this research. This kind of double inverted pendulum consists of two pendulums connected together by a nonlinear spring, which represents the axle and the body of the suspension vehicle.</p> <p>The stabilization of vehicle near rollover is clearly an important problem, it can demonstrate the minimum input force that make the vehicle rollover. However, the vehicle normal position recovery is also an important problem. The vehicle normal position recovery system will recover the vehicle from tip-up position to the normal position that all of the vehicle's wheels are on the ground surface. This position recovery system can be divided into two objectives. The first objective is a fast recovery. This objective is about making the vehicle back to the normal position as fast as possible. The second objective is smooth recovery, this type of system will try to make the vehicle's wheel back to the normal position as smooth as possible or delay the wheels touch down time to keep the passenger safe or avoid some obstacle that vehicle might run onto. The combination between these two types of system can be consider as the rollover prevention after tip-up.</p> <p>The stabilization of suspension vehicle near rollover and the normal position recovery are controlled by nonlinear model predictive control method (NMPC), in which the continuation/generalized minimal residual (C/GMRES) is used to solve an optimal control problem in real-time. The terminal cost is given by a solution to the algebraic Riccati equation to make the tuning process in performance index easier. The input force, that make the vehicle tip up, stabilize and control the vehicle back to normal state, is determined based on the surface friction coefficient and the position of the vehicle's center of gravity. To apply the vehicle normal position recovery, the ground surface behavior is introduce to the dynamic model of the modified double inverted pendulum. The results obtained from simulation indicated that NMPC with C/GMRES could stabilize the vehicle at near rollover position and control the vehicle back down to the normal position on the ground surface in real-time.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Pathompong Jaiwat)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教 授 細 田 耕
	副 査	教 授 飯 國 洋二
	副 査	教 授 潮 俊光
	副 査	教 授 大 塚 敏之
		(京都大学大学院情報学研究科)

論文審査の結果の要旨

四輪車両の横転は致命的な事故に至りやすく、その防止は重要な課題である。横転に先立ち片輪走行の状態が生じることから、適切な操舵によって片輪走行を防止する制御手法が研究されている。しかし、車両の運動状態によっては片輪走行が避けられない場合もある。そこで本論文は、片輪走行が生じた場合でも横転を防止する制御手法を提案している。問題設定を片輪走行の安定化と片輪走行からの復元という二段階に分解してそれぞれの制御手法を提案し、数値シミュレーションによって有効性を示している。

まず、片輪走行の安定化については、片輪走行する四輪車両の横方向運動を二重倒立振子としてモデル化し、タイヤが発生しうる摩擦力を解析している。このモデルは拘束条件付き非線形システムであり解析的な制御系設計が困難なため、本論文は数値最適化に基づく非線形モデル予測制御を適用している。拘束条件を満たすよう制御入力を飽和させて準最適解を得ることで計算量を低減するアルゴリズムを提案し、数値シミュレーションにより、拘束条件を満たしつつ片輪走行を安定化できることを示している。提案したアルゴリズムによって制御入力の実時間計算が可能なことも示している。

つぎに、片輪走行からの復元については、タイヤの着地を非線形ばねでモデル化して二重倒立振子モデルに組み込み、非線形モデル予測制御を適用している。制御目的として、片輪走行から四輪走行への速やかな復元と滑らかな復元という二種類を設定し、それぞれに適した評価関数を提案している。数値シミュレーションによって、制御目的を達成する制御入力が実時間で計算できることを示している。

以上のように、本論文は、片輪走行状態に陥った四輪車両の横転防止という重要な問題に対して、新規性と実用性の高い手法を確立しており、制御工学の発展に寄与するところが大きい。したがって、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。