

簡易車両ダイナミクスオブジェクト指向的モデリング

小林 一行*・渡辺 嘉二郎*

Ka C. CHEOK**・G.Edzko SMID**

A simple vehicle dynamics modeling by the object oriented approach

Kazuyuki KOBAYASHI*, Kajiro WATANABE*,
Ka C. CHEOK** and G. EDZKO SMID**

This paper describes a new simple vehicle model derived by an object oriented technique to analyze and design the vehicle control systems. The model describes four wheeled vehicle dynamics by a set of non-linear differential equations derived by the Newton-Euler method. In order to describe the simple but accurate vehicle dynamics, we developed 16 degree of freedom model which is consist of 3 rotational and transitional dynamics around the vehicle center of mass, 4 wheel rotation, suspension deflection and x-y rotation of front wheels which are due to the change of steering angle. Even the model is simple, it is enough accurate to be used to design vehicle controller. In the object oriented approach, a well known commercially available software is used for the verification of vehicle model. An example of straightforward analysis and design of vehicle dynamic system is shown. The model and the approach tasted by simulation shows the capability of real-time simulation.

Key Words: vehicle dynamics, simulation, object oriented design, GUI programming

1. はじめに

車両の安定性や制御性、車両運動性能の向上は重要である。その一役を担う運動制御システムとして例えば ABS¹⁾, TCS などが、すでに開発、実用化されている。これら制御のための車両モデルは、次数が高く非線形性を含み複雑でモデルを用いる制御は実用的でないと考えられてきた。モデルを用いたアプローチの代わりに、実装プロトタイプの作成、実験、改良などの繰り返しにより長い時間かけて開発が進められてきた。例えば、ABS システムは、その実用化まで約 10 年要した。²⁾ フルモデルチェンジや新規システムの開発工期短縮のためには、従来のプロトタイプ実装による手法のみでなく、適正なモデルのもとでシミュレーションの活用が不可欠である。³⁾ このような観点から自動車モデルや機構解析のソフトウェアが開発されてきた。例えば、自動車ダイナミクスモデルとして ADAMS⁴⁾ や Applied Dynamics 社のモデル⁵⁾ などがある。これらのモデルは、カスタマイズ可能であるが、細部については公開されていない。精度良く使用するためには、数値計算アルゴリズムの特性についての専門的な知識を要する。またマルチボディダイナミクスが解析できるソフト

として DADS⁶⁾ がある。これは汎用性の高いソフトで精密に解析できる反面、計算処理は膨大となり制御用には実用的でない。

自動車の制御用モデルとして車体のロールなどを無視した簡易型 2 輪モデルが用いられてきた。⁷⁾ 最近盛んな VSC など自動車の安定性解析や、自動車サスペンションの非干渉制御などは、4 輪モデルが不可欠である。⁸⁾ 本論文では、速い処理が可能で、かつ本質的な非線形要素はそのまま残すモデルをオブジェクト指向的なアプローチで構築する。

機構ダイナミクスのモデリングの方法として、

- (1) Lagrange 法
- (2) Kane 力学による方法
- (3) Newton-Euler 法

などがある。Lagrange 法はエネルギー関数からモデルを作る方法である。Kane 力学による方法は、部分速度に着目したものである。方法 (1),(2) はともに機械的に座標系の設定ができるため、機構解析ソフトで利用されている。³⁾ 方法 (3) の Newton-Euler 法は D'Alembert の原理に基づき、リンクごとの動的な力の釣り合いから運動方程式を導く方法である。この方法は、全体としての運動方程式がわかりにくい欠点があるが、リンクごとについてはその動力学が分かり易いため、オブジェクト指向的アプローチが適している。本論では、方法 (3) によるアプローチで車両をモデリングする。そして、そのモデルを検証するため、GUI(Graphical User Interface) ベースの制御用汎用ソフト SIMULINK を用い、

* 法政大学工学部システム制御科 小金井市梶野町 3-7-2

** オークランド大学工学部 米国ミシガン州

* Faculty of Engineering, Hosei University, Koganei, Tokyo

** Faculty of Engineering, Oakland University, MI, U.S.A.

(Received xxx 00, 1996)

(Revised xxx 0, 1996)