تقدير الحالات لنظم القدرة باستخدام طرائق الترشيح المكيف

عارف أحمد

أشراف

د. عبيد محسن السقاف

د. محمد معين الدين

المستخلص

تقدير الحالات يلعب دورا هاما في رصد ومراقبة وتحليل استقرار أنظمة الطاقة الكهربائية. ولفاعلية عمليات أنظمة الطاقة الحديثة من الضروري أن تكون تقديرات حالات النظام دقيقة ، تقليديا التقدير يكون مستندًا على نموذج الحالة الثابت ، وبالتالي لن يكون التقدير قادرًا على التقاط ديناميكا النظام بسبب القيود المفروضة على SCADA ولهذا كانت معدلات التحديث بطيئة ، ونظرا لتطور مطوار وحدة القياس (PMU) حدثت ثورة في تقدير الحالة مع قياسات عالية السرعة وتوقيت GPS للعينات، وهذا يؤدي إلى تطوير تقنيات ديناميكية لتقدير الحالة (DSE) ، مصادر علمية مختلفة لتقنيات DSE يمكن العثور عليها في قسم المصادر بما في ذلك ترشيح كالمان واستخدام الشبكات العصبية وترشيح الجسيم وما إلى ذلك ، والتعامل قليل جدًا معها في صلب نظام الطاقة مثل مولد التزامن.

في هذه الأطروحة ، نناقش DSE لمولد التزامن ، لغرض التقدير سيعتبر الترتيب الرابع لنموذج مولد التزامن ، ديناميكا الحالات لهذا النموذج هي سرعة الدوران وزاوية الدوران و d/q التي يسببها حالة محور الفولتية ، المصادر العلمية الموجودة للتعامل مع هذه المشكلة تستخدم طريقة ترشيح كالمان الموسعة (EKF) وبعض تقنيات الشبكات العصبية ومرشحات الجسيم ، كل هذه التقنيات المذكورة مكلفة حسابيا للغاية وبالتالي الهدف من هذه الأطروحة تطوير وتنفيذ خوارزميات أسرع حسابيا وفعالة للمهمة المذكورة ، وفي هذا الصدد أول مساهمة في الأطروحة هي تطوير عائلة خورزميات من متوسط حيز الحالة الأقل (SSLM) والتي تكون أسرع حسابيا من تقنيات KF ، وعلاة على ذلك يتم توفير تحليل التقارب النظري أيضا لدعم تطوير النظرية لهذه الخوارزميات ، المساهمة الثانية هي تنفيذ مرشح كلمان EKF وترشيح كالمان الكسري الموسع (EFKF)في مشكلة DSE ، لم يتم حتى الآن التحقيق في تنفيذ EFKF في المصادر الموجودة من أجل التحقق من صحة أداء خوارزميات المذكورة أعلاه ، كما تم إجراء تجارب للمحاكاة واسعة لمختلف السيناريوهات ، وتضمنت السيناريوهات المحاكاة وتقدير حالة ديناميكية المولد تحت

ظروف طبيعية، في ظل تفاوت حالة المدخلات، وأخيرا في ظل ظروف خطأ الدائرة الماس ، لجميع هذه السيناريوهات، تم التحقيق من بيئات الضوضاء المختلفة بما في ذلك ضوضاء جاوس وغيرها من صنوف الضوضاء ، المساهمة الأخيرة في هذه الأطروحة هي توفير مقارنة واسعة من التعقيد الحسابي لجميع خوارزميات المذكورة.

State Estimation of Power Systems using Adaptive Filtering Techniques

Arif Ahmed

Supervised By
Dr. Ubaid M. Al-Saggaf
Dr. Muhammad Moinuddin

ABSTRACT

State estimation plays an important role in monitoring, control and stability analysis of electric power systems. For reliable operations of modern power systems it is essential to have accurate estimates of the states of the system. Traditionally, estimation was based on steady state model, and therefore, was unable to capture the system dynamics due to limitations of the supervisory control and data acquisition (SCADA) system which had slow update rates. However, due to the development of phasor measurement units (PMU), state estimation has revolutionized with high speed measurements and global positioning system (GPS) timed samples. This led to the development of dynamic state estimation (DSE) techniques. Various materials on DSE techniques can be found in the literature, including Kalman filtering (KF), Neural Networks, Particle filtering, etc. However, a very few deal with what is at the core of the power system i.e. the synchronous generator.

In this thesis, the DSE of a synchronous generator is discussed. For the purpose of estimation, 4^{th} order nonlinear synchronous generator model was considered. The dynamic states of this model are the rotor speed, rotor angle, and the d/q – axis induced stator voltages. Existing literature deals with this problem using various Kalman filtering techniques, some techniques of Neural Networks, and Particle filters. All the aforementioned techniques are computationally extremely

costly, and therefore, the aim of this thesis is to develop and implement computationally lighter as well as efficient algorithms for the mentioned task. In this regard, the first contribution in the thesis work is the development of the family of state space least mean (SSLM) algorithms which has very low computational complexity as compared to the existing model based KF techniques. Moreover, the convergence analysis is also provided to support the theoretical development of these algorithms. The second contribution is the implementation of extended Kalman filter (EKF) and the extended fractional Kalman filter (EFKF) in the DSE problem. The implementation of EFKF has not yet been investigated in the existing literature. In order to validate the performance of the aforementioned algorithms, extensive simulation experiments were conducted for various scenarios. The scenarios included the simulation and estimation of the dynamic states of the synchronous generator under normal condition, under varying input condition, and finally under short circuit fault conditions. For all these scenarios, different noise environments including Gaussian and non-Gaussian noises were investigated. Another contribution of this thesis is to provide an extensive comparison of computational complexity of all the investigated algorithms.