

ABSTRACT

In control systems, healthiness status of both sensors and actuators are very important because sensors give information about states of the system and actuators are important for energy supplying of the system. Therefore, fault signal from a sensor as well as from an actuator should be processed carefully so that residuals for fault detection, isolation and reconstruction can be obtained. The detection, isolation and reconstruction process become difficult to perform because the process is contaminated by structured uncertainty. The process is getting more difficult if structured uncertainty has no upper bound. In this dissertation a new method will be presented for robust residuals generation against structured uncertainty and they will be decoupled each other.

For decoupled residuals generation and robust against structured uncertainty, it will need three key components i.e. signature vector, special filter and its gain, and transformation matrix. Special filter is used to provide the error dynamics. Signature vector and transformation matrix are used to produce the decoupled residuals so that they will be robust against structured uncertainty. The special filter gain along with signature vector elements will produce decoupled fault modes reconstruction. Furthermore, by creating special filter eigenvector equals to signature vector, the special filter structure become diagonal so that the transformation matrix can be formed row by row. Moreover, the order of the special filter can be made equal to the number of fault that will be isolated.

To test the effectiveness of the theory developed a numerical simulation on multi-input multi-output (MIMO) Web Winding System has been carried out. Decoupled robust residual vectors related to actuator fault and sensor fault can be obtained. Furthermore one test result, among others, is that fault mode reconstruction from tension sensor of unwind section can be decoupled to actuator fault mode reconstruction from process section so both of them are robust against structured uncertainty with resulting mean square error (MSE) 0.0025 and 0.003 respectively. Moreover in this case the order of special filter can be made equal to the number of fault signals.

Keywords: special filter, signature vector, transformation matrix, robust, decoupled residual, special filter gain.

INTISARI

Pada suatu sistem kendali status kesehatan baik sensor maupun aktuator harus selalu diketahui karena sensor membawa informasi untuk diolah oleh pengendali dan aktuator untuk mensuplai energi pada sistem industri. Oleh karena itu sinyal kesalahan perlu diproses dengan hati-hati sehingga dapat dihasilkan *residual* untuk deteksi, isolasi dan rekonstruksi sinyal kesalahan yang berasal dari aktuator maupun dari sensor. Proses deteksi, isolasi dan rekonstruksi menjadi sukar bila terganggu oleh *structured uncertainty* dan proses ini menjadi sangat sukar bila *structured uncertainty* tidak mempunyai *upper bound* atau batas atas. Oleh karena itu pada Disertasi ini akan dibahas pembangkitan *residual-residual* yang *robust* terhadap *structured uncertainty* dan mereka saling *decoupled*.

Untuk pembangkitan *residual-residual* yang saling *decoupled* dan mereka *robust* terhadap *structured uncertainty* maka diperlukan tiga komponen utama yaitu *signature vector*, tapis khusus beserta *gain* tapis dan matriks transformasi. Tapis khusus dipakai untuk menghasilkan dinamika *error*. *Signature vector* dan matriks transformasi dipakai untuk menghasilkan *residual-residual* yang saling *decoupled* sehingga mereka *robust* terhadap *structured uncertainty*. Adapun *gain* tapis khusus beserta elemen-elemen *signature vector* akan menghasilkan rekonstruksi mode-mode kesalahan yang saling *decoupled*. Lebih lanjut dengan membuat *eigenvector* tapis khusus sama dengan *signature vector* maka tapis khusus mempunyai struktur diagonal sehingga matriks transformasi dapat dibentuk baris demi baris. Lebih lanjut *order* tapis khusus dapat dibuat sama dengan cacah kesalahan yang akan direkonstruksi.

Keefektifan teori pada disertasi ini telah diujikan secara numeris pada model matematis *multi-input multi-output (MIMO) Web Winding System*. Salah satu hasilnya adalah dapat dihasilkan *residual-residual* berbentuk vektor yang saling *decoupled* untuk isolasi maupun rekonstruksi mode kesalahan. Lebih lanjut rekonstruksi mode kesalahan dari sensor tensi bagian *unwind* dapat *decoupled* terhadap rekonstruksi mode kesalahan dari aktuator bagian proses dan keduanya *robust* terhadap *structured uncertainty* dengan hasil *mean square error (MSE)* berturut-turut sebesar 0,0025 dan 0,003. Lebih lanjut pada kasus ini tapis khusus dapat dibuat mempunyai *order* sama dengan cacah *mode* kesalahan.

Kata-kata kunci: tapis khusus, *signature vector*, matriks transformasi, *robust*, *decoupled residual*, *gain* tapis khusus.