

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - Skikda



Ref : D012120024D

Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique
Laboratoire d'Automatique Skikda

THÈSE

En vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat LMD

Domaine : Science et Technologie

Filière : Génie Electrique

Spécialité : Automatique

Présentée par

ROUAMEL Mohamed

Thème

Commande robuste des systèmes en réseau.

Soutenue publiquement le : --/--/2020

Devant le jury composé de :

Président	Pr. LACHOURI Abderrazek	Professeur	Université de Skikda.
Encadreur	Dr. GHERBI Sofiane	MCA	Université d'Annaba.
Examineurs	Pr. ABASSI Hadj Ahmed	Professeur	Université d'Annaba.
	Pr. Kevin GUELTON	Professeur	Université de Reims.
Invités	Dr. ZENNIR Youcef	MCA	Université de Skikda.
	Dr. BOURAHALA Fayçal	MCB	Université de Skikda.

Année 2020

Abstract

In recent years, the control system is becoming decentralized in location and more extensive in scope, making it difficult to be implemented in the traditional point-to-point configuration. Therefore, the networked control system (NCS) is introduced to replace the traditional control due to its benefits in the wide industrial areas such as reduced installation costs, better maintainability and greater flexibility, where the control loop is implemented via communication networks, and the data is transmitted between its different components through a limit communication channel.

However, the use of communication channels in the control loop causes few problems and constraints such as network bandwidth limit, network-induced delays, packet loss, packet disordering, scheduling protocols, and variable sampling. These negative factors can degrade the performance of NCSs and even lead to the system closed-loop instability. This thesis takes into account these problems in the analysis and the synthesis of NCSs where it studies the robust stability analysis and controller design problems of NCSs subject to network-induced delay and packet dropout.

The main contribution of this thesis is based on the reduction of the effect of network-induced imperfections on the stability of the networked system through deriving robust less conservative stability conditions and design a new control law ensuring the stability and good performance of networked systems subject to the maximum possible of these imperfections. And in addition, this work investigates the different modeling of NCSs such as stochastic, deterministic, and hybrid that mimic reality to use it in the analysis and synthesis of networked systems.

Finally, the stability conditions obtained are tested using numerical illustrative examples representing different NCSs with network-induced imperfections, as well as a comparison with other existing methods in terms of conservativeness and robustness.

ملخص

في السنوات الأخيرة، أصبح نظام التحكم لا مركزيًا في الموقع وأكثر اتساعًا في النطاق، مما يجعل من الصعب تنفيذه في التكوين التقليدي من نقطة إلى نقطة. لذلك، تم إدخال نظام التحكم الشبكي (NCS) ليحل محل التحكم التقليدي نظرًا لفوائده في المناطق الصناعية الواسعة مثل انخفاض تكاليف التركيب، وقابلية صيانة أفضل ومرونة أكبر، حيث يتم تنفيذ حلقة التحكم عبر شبكات الاتصال، و تنتقل البيانات بين المكونات المختلفة للنظام من خلال قناة اتصال محدودة. ومع ذلك، فإن

استخدام قنوات الاتصال في حلقة التحكم يسبب مشاكل وقيودًا كثيرة مثل حد النطاق الترددي للشبكة ، والتأخير الناجم عن الشبكة ، وفقدان الحزمة ، واضطراب الحزمة ، وبروتوكولات الجدولة ، وأخذ العينات المتغير. يمكن لهذه العوامل السلبية أن تؤدي إلى تدهور أداء NCSs وحتى تؤدي إلى عدم استقرار الحلقة المغلقة للنظام. تأخذ هذه الرسالة في الاعتبار هذه المشاكل في التحليل وتوليف NCSs حيث تدرس تحليل الثبات القوي ومشكلات تصميم جهاز التحكم في NCSs الخاضعة للتأخير الناجم عن الشبكة وانقطاع الحزم. تعتمد المساهمة الرئيسية لهذه الأطروحة على تقليل تأثير العيوب الناجمة عن الشبكة على استقرار النظام الشبكي من خلال اشتقاق ظروف استقرار أقل تحفظًا وتصميم تحكم جديد قوي يضمن الاستقرار والأداء الجيد للأنظمة الشبكية الخاضعة لأقصى قدر ممكن من هذه العيوب. بالإضافة إلى ذلك ، يبحث هذا العمل في النمذجة المختلفة لمحطات التحكم بالشبكة مثل العشوائية والحثمية والهجينة التي تحاكي الواقع لاستخدامه في تحليل وتركيب الشبكات المتصلة.

أخيرًا، تم اختبار شروط الاستقرار التي تم الحصول عليها باستخدام أمثلة توضيحية عديدة تمثل NCS مختلفة مع عيوب ناتجة عن الشبكة ومقارنتها مع الطرق الحالية الأخرى من حيث المحافظة والصلابة.

Résumer

Ces dernières années, le système de contrôle est devenu décentralisé dans son emplacement et de plus en plus étendu, ce qui rend difficile sa mise en œuvre dans la configuration point à point traditionnelle. Par conséquent, le système de contrôle en réseau (NCS) est introduit pour remplacer le contrôle traditionnel en raison de ses avantages dans les vastes zones industrielles telles que les coûts d'installation réduits, une meilleure maintenabilité et une plus grande flexibilité, où la boucle de contrôle est mise en œuvre via les réseaux de communication et les données est transmises entre ses différents composants via un canal de communication limité.

Cependant, l'utilisation de canaux de communication dans la boucle de contrôle entraîne peu de problèmes et de contraintes telles que la limite de bande passante du réseau, les retards induits par le réseau, la perte de paquets, le désordre des paquets, les protocoles de planification et l'échantillonnage variable. Ces facteurs négatifs peuvent dégrader les performances des NCS et même conduire à l'instabilité du système en boucle fermée. Cette thèse prend en compte ces problèmes dans l'analyse et la synthèse des NCS où elle étudie l'analyse de stabilité robuste et les problèmes de conception de contrôleurs des NCS soumis à des retards induits par le réseau et à la perte de paquets.

La principale contribution de cette thèse est basée sur la réduction de l'effet des imperfections induites par le réseau sur la stabilité du système en réseau en dérivant des conditions de stabilité robustes et moins conservatrices et en concevant un nouveau contrôle bas assurant la

stabilité et les bonnes performances des systèmes en réseau soumis à le maximum possible de ces imperfections. De plus, ce travail étudie les différentes modélisations de NCS telles que stochastiques, déterministes et hybrides qui imitent la réalité pour l'utiliser dans l'analyse et la synthèse de systèmes en réseau.

Enfin, les conditions de stabilité obtenues sont testées à l'aide d'exemples illustratifs numériques représentant différents NCS avec des imperfections induites par le réseau, ainsi qu'une comparaison avec d'autres méthodes existantes en termes de conservativité et de robustesse.