

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE & POPULAIRE
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITÉ 20 AOÛT 1955 SKIKDA

FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE

Ref : D012121010D



Thèse

Présenté pour l'obtention du diplôme de

Doctorat en Science

Spécialité : **Automatique**

Par

Mr Metallaoui Smain

Thème

Contribution à la Stabilité et la Commande Temps-Réel Sous des Contraintes de Communication.

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Président: Mr **Zennir Youcef** Professeur, U. Skikda

Rapporteur : Mr **Ahmida Zahir** Professeur, U. Skikda

Examineur : Mr **Lashab Mohamed** Professeur, U. Oum El Bouaghi

Examineur : Mr **Khatab Khatir** MCA, U. Mssila

Examineur : Mr **Bensafia Yassine** MCA, U. Bouira

Examineur : Mr **Guechi El hadi** MCA, U. Skikda

Résumé – Les problèmes de modélisation des systèmes dynamiques dans de nombreux processus, tel-que les systèmes de contrôle en réseau (NCS) sont très complexes. Les modèles peuvent contenir des sous-systèmes avec différents paramètres, qui apparaissent lors de l'utilisation d'un réseau (NCS), tels que le délai de retard, la bande passante limitée, etc. Contrôler ces types de système à délai de retard multiple est un défi en raison de la complexité mathématique. Ce mémoire considère la conception d'un contrôleur de stabilisation à retour d'état pour un système de commande en réseau avec des retards de communication aléatoires. Les retards du capteur au contrôleur (S-C) et du contrôleur à l'actionneur sont modélisés par deux chaînes de Markov indépendantes. Les retards aléatoires induits par le réseau sont modélisés sous la forme d'une chaîne de Markov et le système en boucle fermée qui en résulte est transformé en un système linéaire à sauts de Markov (MJLS). L'accent est mis sur la conception d'un contrôleur intégrant pleinement l'effet du délai C-A. Le système en boucle fermée qui en résulte est décrit par un nouveau système linéaire à sauts markovien à temps discret avec modèle de retards de Markov. Ensuite, en appliquant un type de fonction stochastique de Lyapunov, des conditions suffisantes sur la stabilisabilité stochastique et l'existence d'un contrôleur sont dérivées en termes d'inégalités matricielle linéaire couplées (LMI). L'efficacité de la méthode proposée est illustrée par des exemples. Les résultats de la simulation démontrent l'applicabilité et l'efficacité des résultats théoriques obtenus.

Mots-clés: Systèmes linéaires de sauts markoviens à temps discrets; Chaînes de Markov; systèmes de contrôle en réseau; retards aléatoires; inégalité matricielle linéaire; stabilité stochastique.

الملخص - إن مشاكل نمذجة الأنظمة الديناميكية في العديد من العمليات ، مثل أنظمة التحكم الشبكية (NCS) معقدة للغاية. يمكن أن تحتوي القوالب على أنظمة فرعية بمعلمات مختلفة ، والتي تظهر عند استخدام شبكة (NCS) ، مثل وقت التأخير وعرض النطاق الترددي المحدود وما إلى ذلك. يعد التحكم في هذه الأنواع من أنظمة تأخير التأخير المتعددة تحديًا بسبب التعقيد الرياضي. تتناول هذه الأطروحة تصميم وحدة تحكم استقرار التغذية المرتدة للحالة لنظام تحكم شبكي مع تأخيرات في الاتصال العشوائي. تم تصميم التأخيرات من المستشعر إلى جهاز التحكم (S-C) ومن وحدة التحكم إلى المشغل (C-A) بواسطة سلسلتي ماركوف مستقلتين. تم تصميم التأخيرات العشوائية الناتجة عن الشبكة على شكل سلسلة ماركوف ويتحول نظام الحلقة المغلقة الناتج إلى نظام التنقل الخطي ماركوف (MJLS). ينصب التركيز على تصميم وحدة تحكم تدمج تأثير تأخير C-A بشكل كامل. يتم وصف نظام الحلقة المغلقة الناتج من خلال نظام ماركوفيان للقفز الخطي المنفصل مع نموذج تأخير ماركوف. بعد ذلك ، من خلال تطبيق نوع من دالة **Lyapunov** العشوائية ، يتم اشتقاق شروط كافية على الاستقرار العشوائي ووجود وحدة تحكم من حيث عدم المساواة في المصفوفة الخطية المقترنة (LMI). يتم توضيح فعالية الطريقة المقترحة من خلال الأمثلة. تظهر نتائج المحاكاة قابلية تطبيق وفعالية النتائج النظرية التي تم الحصول عليها.

الكلمات الرئيسية: أنظمة القفز ماركوف الخطية المنفصلة ؛ سلاسل ماركوف أنظمة التحكم الشبكية تأخيرات عشوائية عدم مساواة المصفوفة الخطية ؛ استقرار عشوائي.

Abstract – The modeling issues in dynamical systems in many processes, networked control systems (NCS) are very complex. The models may contain subsystems with different parameters, which arise when using a network in an NCS such as time delay, limited bandwidth, and so on. Controlling these types of multiple time delay system is challenging, due to mathematical complexity. This paper considers the design of a stabilizing state-feedback controller for a networked control system with random communication delays. Sensor-to-controller (S-C) and controller-to-actuator delays are modeled by two independent Markov chains. Network-induced random delays are modeled as a Markov chain, and the resulting closed-loop system is transformed into a Markovian jump linear system (MJLS). The focus is on the design of a controller that fully incorporates the effect of the C-A delay. The resulting closed-loop system is described by a new discrete-time Markovian jump linear system with Markov delays model. Then, by applying a type of stochastic Lyapunov functional, sufficient conditions on the stochastic stabilizability and the existence of controller are derived in terms of coupled linear matrix inequalities (LMIs). The efficacy of the proposed method is shown through illustrative examples. Simulation results demonstrate the applicability and the effectiveness of the obtained theoretical results.

Keywords: Discrete-time Markovian jump linear systems; Markov chains; networked control systems; random delays; linear matrix inequality; stochastic stability.