

کنترل مشارکتی سیستم‌های چندعاملی

رویکرد طراحی بهینه و تطبیقی

فرانک ال. لویز

هانگ‌وی زانگ

مستقیم هنگستر - موریج

پیش‌زمینه داس

www.ketab.ir

ترجمه

دکتر زهرا یعقوبی، استادیار دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

مهدیه عادل، دانشجوی دکتری برق-کنترل

دکتر حسن زراآبادی‌پور، دانشیار دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

عنوان و نام پدیدآور :	کنترل مشارکتی سیستم‌های چندعاملی: رویکرد طراحی بهینه و تطبیقی / نویسندگان فرانک‌ال. لویز... [و دیگران]؛ مترجمان زهرا یعقوبی، مهدیه عادللی، حسن زرابادی‌پور. قزوین: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، انتشارات، ۱۳۹۹، ۲۶۲ص.
مشخصات نشر :	۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۸-۳۲-۴
مشخصات ظاهری :	شابک
وضعیت فهرست نویسی :	فبا
یادداشت :	نویسندگان فرانک‌ال. لویز، هانگ‌وی ژانگ، کریستین هنگستر-موریچ، آیزیت داس.
یادداشت :	Cooperative Control of Multi-Agent Systems : Optimal and Adaptive Design Approaches, c2014.
موضوع :	مهندسی کنترل
موضوع :	Automatic control
موضوع :	هوش مصنوعی
موضوع :	Artificial intelligence
موضوع :	هوش محاسباتی
موضوع :	Computational intelligence
موضوع :	مهندسی هوا فضا
موضوع :	Aerospace engineering
موضوع :	فضانوردی
موضوع :	Astronautics
موضوع :	مهندسی برق
موضوع :	Electrical engineering
شناسه افزوده :	لوتیس، فرانک ال.، ۱۹۲۹-م.
شناسه افزوده :	-Lewis, Frank L., 1949
شناسه افزوده :	یعقوبی، زهرا، ۱۳۶۷-، مترجم
شناسه افزوده :	عادللی، مهدیه، ۱۳۴۵-، مترجم
شناسه افزوده :	زرآبادی‌پور، حسن، ۱۳۳۶-، مترجم
رده بندی کنگره :	TJ۲۱۳
رده بندی دیویی :	۶۴۲۹
شماره کتابشناسی ملی :	۷۳۶۸۵۹۰
وضعیت رکورد :	فبا

عنوان :	کنترل مشارکتی سیستم‌های چندعاملی: رویکرد طراحی بهینه و تطبیقی
نویسندگان :	فرانک ال. لویز، هانگ‌وی ژانگ، کریستین هنگستر-موریچ، آیزیت داس
مترجمان :	زهرا یعقوبی، مهدیه عادللی و حسن زرابادی‌پور
ناظر فنی :	حمید کلهر
شابک :	۹۷۸-۶۲۲-۶۸۹۸-۳۲-۴
نوبت چاپ :	اول ۱۳۹۹
قیمت :	۶۵ هزار تومان
شمارگان :	۵۰۰ جلد
ناشر :	انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
قزوین، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، تلفن ۳۳۹۰۱۴۲۶ - ۰۲۸	

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است.

مسئولیت حقوقی و قانونی محتوای کتاب بر عهده صاحبان اثر است

مقدمه مترجمین

کتابی که هم‌اکنون در پیش رو دارید، ترجمه کتاب Cooperative Control of Multi-Agent Systems تألیف فرانک لویز و همکاران است که شامل مفاهیم پایه و پیشرفته کنترل مشارکتی سیستم‌های چندعاملی می‌باشد.

در سال‌های اخیر محاسبات توزیع‌شده و کنترل سیستم‌های چندعاملی در بین پژوهشگران توجه زیادی را به خود جلب کرده است و مقالات متعددی در این زمینه به چاپ رسیده است. کتاب مذکور در رشته‌های مختلف مهندسی (برق، مکاترونیک، هوافضا و کامپیوتر) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. مباحث کنترل سیستم‌های چندعاملی و محاسبات توزیع‌شده در مقاطع تحصیلات تکمیلی به عنوان واحد درسی در اکثر دانشگاه‌های داخل و خارج از کشور ارائه می‌شود. بنابراین به منظور سهولت آشنایی دانشجویان و پژوهشگران با این مباحث، با اهداف آموزشی و پژوهشی، اقدام به ترجمه این کتاب شده است.

با وجود تلاش‌های فراوان در ویرایش دقیق ترجمه کتاب، ممکن است هنوز اشکالاتی از نظر فنی وجود داشته باشد. بسیار سپاسگزار خواهیم شد که جهت رفع نواقص در چاپ‌های بعدی از طریق ایمیل z_yaghoubi@aut.ac.ir ما را در جریان هرگونه ایرادی قرار دهید.

زهرای یعقوبی

مهدیه عادل‌ی

حسن زرابادی‌پور

فصل اول معرفی همگام‌سازی در طبیعت و فیزیک و کنترل مشارکتی

برای سیستم‌های چندعاملی در گراف‌ها..... ۱

۱-۱- همگام‌سازی در طبیعت و سیستم‌های اجتماعی..... ۳

۱-۱-۱- حرکت حیوانات در گروم..... ۴

۱-۱-۲- گراف‌های ارتباطی و پیاده‌سازی قواعد رینولدز..... ۶

۱-۱-۳- رهبری در گروه‌های حیوانی در حرکت..... ۱۱

۱-۲- شبکه‌های سیستم‌های دینامیکی متصل در طبیعت و علوم..... ۱۳

۱-۲-۱- حرکت مشارکتی در سیستم‌های زیستی و اجتماعی، سیستم‌های فیزیکی،

شیمیایی و مهندسی..... ۱۴

۱-۲-۲- توپولوژی‌های گراف و جریان اطلاعات ساختاریافته در گروه‌های

جمعی..... ۱۶

۱-۳- کنترل مشارکتی سیستم‌های چندعاملی روی گراف‌های ارتباطی..... ۲۴

مراجع..... ۲۶

فصل دوم تئوری جبری گراف و توافق کنترل مشارکتی..... ۲۹

۲-۱- تئوری جبری گراف..... ۳۳

۲-۱-۱- مبانی تئوری گراف..... ۳۳

۲-۱-۲- ماتریس‌های گراف..... ۳۴

۲-۱-۳- ساختار ویژه ماتریس لاپلاسین گراف..... ۳۷

۲-۱-۴- مقدار ویژه فیدلر..... ۴۳

۲-۲- سیستم روی گراف‌های ارتباطی و توافق..... ۴۴

۲-۳- توافق با دینامیک‌های انتگرال‌گیر مرتبه اول..... ۴۵

۲-۳-۱- پروتکل‌های کنترل توزیع‌شده برای توافق..... ۴۶

۲-۳-۲- مقدار توافق برای گراف‌های متعادل - توافق میانگین..... ۵۴

۲-۳-۳- رهبرهای توافق..... ۵۴

۲-۳-۴- حالت‌های گره غیر اسکالر..... ۵۵

- ۲-۴- ثابتهای حرکت برای توافق مرتبه اول..... ۵۶
- ۲-۴-۱- ثابتهای حرکت گراف و نیروهای داخلی..... ۵۶
- ۲-۴-۲- دینامیک مرکز ثقل و دینامیکهای شکل..... ۵۷
- ۲-۵- توافق برای دینامیکهای گسسته زمان مرتبه اول..... ۵۸
- ۲-۵-۱- سیستمهای گسسته زمان پرون..... ۵۹
- ۲-۵-۲- پروتکل نرمالیزه سیستمهای گسسته زمان..... ۶۱
- ۲-۵-۳- توافق میانگین با استفاده از دو پروتکل موازی در هر گره..... ۶۳
- ۲-۶- توافق مراتب بالاتر: سیستمهای خطی روی گرافها..... ۶۵
- ۲-۷- توافق مرتبه دوم..... ۶۷
- ۲-۷-۱- تحلیل توافق مرتبه دو با استفاده از حالتهای گره محلی موقعیت/سرعت..... ۶۸
- ۲-۷-۲- تحلیل توافق مرتبه دو با استفاده از حالتهای فراگیر موقعیت/سرعت..... ۷۲
- ۲-۷-۳- پروتکل مرتبه دوم کنترل آرایش بندی..... ۷۳
- ۲-۸- تحلیل ماتریسی گرافها..... ۷۶
- ۲-۸-۱- ماتریسهای کاهش ناپذیر و فراموشی..... ۷۷
- ۲-۸-۲- ماتریسهای تصادفی..... ۸۰
- ۲-۸-۳- M -ماتریسها..... ۸۰
- ۲-۹- توابع لیپانوف برای کنترل مشارکتی روی گرافها..... ۸۲
- ۲-۱۰- نتایج و تنظیمات برای فصلهای بعدی..... ۸۴
- مراجع..... ۸۵

بخش اول: طراحی بهینه محلی برای کنترل مشارکتی در سیستمهای

چند عاملی روی گرافها..... ۸۷

فصل سوم طراحی ریکاتی برای همگام سازی سیستمهای پیوسته

زمان..... ۸۹

۳-۱- دوگانی، پایداری و بهینگی برای کنترل مشارکتی..... ۹۱

۳-۲- طراحی فیدبک حالت پروتکل های کنترلی مشارکتی..... ۹۳

۳-۲-۱- همگام سازی سیستمهای چند عاملی روی گرافها..... ۹۳

۳-۲-۲- کنترل $SVFB$ مشارکتی..... ۹۷

۳-۲-۳- طراحی ریکاتی محلی پوتکل های همگام سازی.....	۱۰۱
۳-۳- ناحیه همگام سازی.....	۱۰۲
۳-۴- طراحی روبتگر مشارکتی.....	۱۰۵
۳-۵- دوگانی برای سیستم های مشارکتی روی گراف ها.....	۱۰۸
۳-۶- تنظیم کننده دینامیکی مشارکتی برای همگام سازی.....	۱۱۰
۳-۶-۱- کنترل کننده همسایگی و مشاهده گر همسایگی.....	۱۱۱
۳-۶-۲- کنترل کننده همسایگی و مشاهده گر	مشاهده گر
محلی.....	۱۱۳
۳-۶-۳- کنترل کننده محلی و مشاهده گر همسایگی.....	۱۱۴
۳-۷- مثال های شبیه سازی.....	۱۱۶
مراجع.....	۱۲۵
فصل چهارم طراحی ریکاتی برای همگام سازی سیستم های گسسته	
زمان.....	۱۲۷
۴-۱- مشخصات گراف.....	۱۳۰
۴-۲- طراحی فیدبک حالت کنترل مشارکتی گسسته زمان.....	۱۳۱
۴-۲-۱- همگام سازی سیستم های گسسته زمان روی گراف.....	۱۳۱
۴-۳- ناحیه همگام سازی.....	۱۳۴
۴-۴- طراحی ریکاتی محلی پروتکل های همگام سازی.....	۱۳۵
۴-۵- مشخصات قوام طراحی ریکاتی محلی.....	۱۳۹
۴-۶- کاربرد به مقادیر ویژه حقیقی ماتریس گراف و سیستم های تک-ورودی.....	۱۴۱
۴-۶-۱- مقادیر ویژه حقیقی گراف.....	۱۴۱
۴-۶-۲- دینامیک عامل تک-ورودی.....	۱۴۳
۴-۶-۳- اندازه مالر، تعداد شرط گراف و ظرفیت کانال گراف.....	۱۴۴
۴-۷- طراحی روبتگر مشارکتی.....	۱۴۴
۴-۷-۱- دینامیک روبتگر همسایگی توزیع شده.....	۱۴۵
۴-۷-۲- ناحیه همگرایی.....	۱۴۷
۴-۷-۳- طراحی روبتگر مشارکتی ریکاتی محلی.....	۱۴۸

- ۴-۷-۴- دوگانی روی گراف‌ها برای سیستم‌های مشارکتی گسسته زمان..... ۱۵۱
- ۴-۸- تنظیم‌کننده‌های دینامیکی مشارکتی برای همگام‌سازی..... ۱۵۲
- ۴-۸-۱- کنترل‌کننده همسایگی و روتگر..... ۱۵۲
- ۴-۸-۲- کنترل‌کننده همسایگی و روتگر محلی..... ۱۵۳
- ۴-۸-۳- کنترل‌کننده محلی و روتگر همسایگی..... ۱۵۴
- ۴-۹- مثال‌های شبیه‌سازی..... ۱۵۶
- ۴-۹-۱- مثال ۴-۱- اهمیت وزن‌دهی در پروتکل‌های کنترلی و روتگر..... ۱۵۶
- ۴-۹-۲- مثال ۴-۲- سه طراحی تنظیم‌کننده دینامیکی مشارکتی..... ۱۵۷
- ۴-۱۰- نتیجه‌گیری..... ۱۶۴
- مراجع..... ۱۶۴

فصل پنجم کنترل بهینه فراگیر مشارکتی برای سیستم‌های چندعاملی

- ۵-۱- روی توپولوژی‌های گراف جهت‌دار..... ۱۶۷
- ۵-۱- پایداری، بهینگی محلی، و بهینگی فراگیر برای کنترل همگام‌سازی روی گراف‌ها..... ۱۷۰
- ۵-۲- تعاریف گراف..... ۱۷۲
- ۵-۳- پایداری مجانبی جزئی..... ۱۷۳
- ۵-۴- کنترل بهینه معکوس..... ۱۷۷
- ۵-۴-۱- بهینگی..... ۱۷۷
- ۵-۴-۲- بهینگی معکوس..... ۱۷۸
- ۵-۵- کنترل مشارکتی بهینه برای شاخص عملکرد درجه دوم و دینامیک‌های عامل تک-انتگرالگیر..... ۱۸۲
- ۵-۵-۱- تنظیم‌کننده مشارکتی بهینه..... ۱۸۳
- ۵-۵-۲- ردیاب مشارکتی بهینه..... ۱۸۵
- ۵-۶- کنترل مشارکتی بهینه برای شاخص عملکرد درجه دوم و دینامیک‌های عامل متغیر با زمان خطی..... ۱۸۸
- ۵-۶-۱- تنظیم‌کننده مشارکتی بهینه..... ۱۸۸
- ۵-۶-۲- ردیاب مشارکتی بهینه..... ۱۹۱

۱۹۵	۵-۷- قیود روی توپولوژی گراف
۱۹۵	۵-۷-۱- گراف‌های بدون جهت
۱۹۶	۵-۷-۲- گراف‌های بالانس شده جزئی
۱۹۶	۵-۷-۳- گراف‌های جهتدار با لاپلاسین ساده
۱۹۸	۵-۸- کنترل مشارکتی بهینه برای گراف جهتدار کلی: شاخص عملکرد با بخش وزنی متقابل
۱۹۹	۵-۸-۱- تنظیم‌کننده مشارکتی بهینه - دینامیک‌های عامل تک-انترالگیر
۲۰۲	۵-۸-۲- ردیاب مشارکتی بهینه - دینامیک‌های عامل تک-انترالگیر
۲۰۳	۵-۸-۳- شرط وجود کنترل بهینه فراگیر با بخش وزنی متقابل در شاخص عملکرد
۲۰۴	۵-۸-۴- تنظیم‌کننده مشارکتی - سیستم‌های متغیر با زمان خطی کلی
۲۰۷	۵-۸-۵- ردیاب مشارکتی - سیستم‌های متغیر با زمان خطی کلی
۲۱۰	۵-۹- نتیجه‌گیری
۲۱۰	مراجع
فصل ششم بازی‌های گرافیکی: بازی‌های چند نفره توزیع شده روی گراف‌ها	
۲۱۳	۶-۱- مقدمه: بازی‌ها، RL و PI
۲۱۸	۶-۲- همگام‌سازی و دینامیک‌های خطای گره
۲۱۸	۶-۲-۱- گراف‌ها
۲۱۹	۶-۲-۲- همگام‌سازی و دینامیک‌های خطای گره
۲۲۱	۶-۳- بازی‌های چندنفره مشارکتی روی گراف‌ها
۲۲۱	۶-۳-۱- شاخص عملکرد مشارکتی
۲۲۳	۶-۳-۲- اهداف عملکرد فراگیر و محلی: مشارکتی و رقابتی
۲۲۴	۶-۳-۳- بازی‌های گرافیکی
۲۲۸	۶-۴- تعادل نش تعاملی
۲۳۱	۶-۵- پایداری و راه‌حل بازی‌های گرافیکی
۲۳۲	۶-۵-۱- معادلات ریکاتی کوپل شده

- ۶-۵-۲- پایداری و راه حل برای تعادل نش مشارکتی..... ۲۳۴
- ۶-۶- الگوریتم‌های PI برای بازی‌های چند بازیکنی مشارکتی..... ۲۳۶
- ۶-۶-۱- بهتری پاسخ..... ۲۳۶
- ۶-۶-۲- راه حل PI برای بازی‌های گرافیکی..... ۲۳۸
- ۶-۶-۳- حل PI برای بازی‌های گرافیکی..... ۲۴۲
- ۶-۶-۴- NN نقاد..... ۲۴۳
- ۶-۶-۵- NN عملگر و یادگیری آنلاین..... ۲۴۴
- ۶-۷- نتایج شبیه‌سازی..... ۲۵۰
- ۶-۷-۱- موقعیت و سرعت تنظیم‌شده با صفر..... ۲۵۱
- ۶-۷-۲- همگام‌سازی همه گره‌ها به رفتار منحنی گره رهبر..... ۲۵۱
- ۶-۸- نتیجه‌گیری..... ۲۵۳
- مراجع..... ۲۵۳

بخش دوم: کنترل تطبیقی توزیع شده برای سیستم‌های مشارکتی چندعاملی..... ۲۵۷

فصل هفتم پتانسیل لاپلاسین گراف و توابع لیاپانوف برای سیستم‌های چندعاملی..... ۲۵۹

- ۷-۱- پتانسیل لاپلاسین گراف..... ۲۶۲
- ۷-۲- پتانسیل لاپلاسین برای گراف بدون جهت..... ۲۶۳
- ۷-۲-۱- پتانسیل لاپلاسین برای گراف‌های جهتدار..... ۲۶۵
- ۷-۳- آنالیز لیاپانوف برای مسائل تنظیم مشارکتی..... ۲۶۹
- ۷-۳-۱- توافق در سیستم‌های مشارکتی تک-انتگرالگیر..... ۲۶۹
- ۷-۳-۲- همگام‌سازی سیستم‌های غیرخطی یسوی..... ۲۷۱
- مراجع..... ۲۷۵

فصل هشتم کنترل تطبیقی مشارکتی برای سیستم‌هایی با دینامیک‌های غیرخطی مرتبه اول..... ۲۷۷

- ۸-۱- فرمول‌بندی کنترل همگام‌سازی و دینامیک‌های خطا..... ۲۸۰
- ۸-۱-۱- اصول تئوری گراف..... ۲۸۰

۲۸۱.....	۸-۱-۲- مسأله کنترل همگام‌سازی.....
۲۸۲.....	۸-۱-۳- دینامیک‌های خطای همگام‌سازی.....
۲۸۴.....	۸-۱-۴- طراحی کنترل همگام‌سازی.....
۲۸۶.....	۸-۲- قانون تنظیم توزیع‌شده و طراحی تطبیقی.....
۲۹۵.....	۸-۳- رابطه کرانه‌های خطا با خواص ساختاری گراف.....
۲۹۶.....	۸-۴- مثالهای شبیه‌سازی.....
۳۰۳.....	مراجع.....

فصل نهم کنترل تطبیقی مشارکتی برای سیستم‌هایی با دینامیک‌های

غیر خطی مرتبه دوم..... ۳۰۵

۳۰۸.....	۹-۱- فرمول‌بندی و دینامیک‌های خطای کنترل مشارکتی متغیر لغزشی.....
۳۰۹.....	۹-۱-۱- مسأله ردیابی مشارکتی برای همگام‌سازی سیستم‌های چندعاملی.....
۳۱۰.....	۹-۱-۲- خطای ردیابی مد لغزشی.....
۳۱۱.....	۹-۱-۳- طراحی کنترل همگام‌سازی و دینامیک‌های خطا.....
۳۱۴.....	۹-۲- طراحی تطبیقی مشارکتی و قوانین تنظیم توزیع‌شده.....
۳۲۳.....	۹-۳- مثال شبیه‌سازی.....
۳۲۸.....	مراجع.....

فصل دهم کنترل تطبیقی مشارکتی برای سیستم‌های غیر خطی مرتبه

بالا..... ۳۲۹

۳۳۲.....	۱۰-۱- فرمول‌بندی کنترل متغیر لغزشی و دینامیک‌های خطا.....
۳۳۳.....	۱۰-۱-۱- همگام‌سازی برای سیستم‌های مشارکتی مرتبه بالا غیر خطی.....
۳۳۵.....	۱۰-۱-۲- دینامیک‌های خطا همسایگی محلی.....
۳۳۷.....	۱۰-۱-۳- ساختار گراف ارتباطی و معادله لیاپانوف گراف.....
۳۳۸.....	۱۰-۲- ساختار کنترل توزیع‌شده.....
۳۳۸.....	۱۰-۲-۱- متغیرهای خطای مد لغزشی و معادله لیاپانوف عملکرد.....
۳۴۰.....	۱۰-۲-۲- تقریبهای NN محلی برای توابع غیرخطی نامعلوم.....
۳۴۳.....	۱۰-۲-۳- ساختار قانون کنترل توزیع‌شده.....

- ۳-۱۰- قوانین تنظیم توزیع شده برای کنترل تطبیقی مشارکتی ۳۴۴
- ۴-۱۰- مثال شبیه سازی ۳۵۱
- مراجع ۳۵۷