

شبکه‌های هوشمند

زیر ساخت‌ها و ارتباطات

تألیف:

گریستوف اینیوسکی

مترجمین:

دکتر رویا احمدی آهنگر

(استادیار دانشگاه علوم و فنون مازندران)

مهندس ملیحسا باقریان



علوم رایانه

سرشناسه

: اینیوسکی، کشیشتوف، ۱۹۶۰ - م.

Iniewski, Krzysztof

عنوان و نام پدیدآور : شبکه‌های هوشمند: زیرساخت‌ها و ارتباطات / تألیف کریستوف اینیوسکی؛

مترجمین رویا احمدی آهنگر، ملیحسا باقریان.

مشخصات نشر : بابل: علوم رایانه، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری : ۳۳۶ص: مصور.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۰۸۱-۶

وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا

یادداشت : عنوان اصلی: Smart grid infrastructure & networking.C, 2013.

یادداشت : واژه‌نامه.

موضوع : شبکه‌های هوشمند توزیع برق

موضوع : برق نیرو - توزیع

شناسه افزوده : احمدی آهنگر، رویا، ۱۳۶۳ - مترجم

شناسه افزوده : باقریان، ملیحسا، ۱۳۶۷ - مترجم

رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۳ش۲/الف/TK۳۱۰۵

رده‌بندی دیویی : ۶۲۱/۳۱۹

شماره کتابشناسی ملی : ۳۶۴۵۱۱۶

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

www.olomrayaneh.net



تلفن : ۰۱۱ - ۳۲۳۶۰۷۷۲

علوم رایانه بابل، صندوق پستی ۸۹۱-۴۷۱۳۵

شبکه‌های هوشمند (زیرساخت‌ها و ارتباطات)

تألیف: کریستوف اینیوسکی

مترجمین: دکتر رویا احمدی آهنگر - مهندس ملیحسا باقریان

چاپ اول

پاییز ۱۳۹۳

شمارگان : ۵۰۰ نسخه

قیمت : ۲۵۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی : فرنگار رنگ

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۵-۰۸۱-۶

نشانی ناشر: بابل، خیابان شریعتی، مجتمع میلاد، واحد ۱۷

حروفچینی و صفحه‌آرایی : علوم رایانه

فهرست مطالب

۶-۳	چالش‌ها.....	۵۴
۷-۳	بهترین تجربیات.....	۵۴
۸-۳	عملیات مدیریت دارایی پیشرفته.....	۵۵
۹-۳	سلامت دارایی و ارزیابی‌های وضعیت.....	۵۶
۱۰-۳	برنامه‌ریزی مبتنی بر ریسک.....	۵۷
۱۱-۳	پشتیبانی از تصمیم.....	۵۷

فصل چهارم: سیستم‌های گسترده‌ی اعلام زود هنگام خطر

۱-۴	مقدمه.....	۵۸
۲-۴	قرار دادن PMU به منظور ارزیابی قابلیت آسیب‌پذیری.....	۶۸
۳-۴	شاخص‌های شدت گسترده.....	۷۱
۴-۴	پیش‌بینی پیشامد ناگهانی بر اساس داده‌کاوی.....	۸۲
۵-۴	جعبه سیاه در مقابل دستگاه پیش‌بینی کننده‌ی قابل درک.....	۸۶
۶-۴	شناسایی سریع نوسانات سیستم و ارزیابی وضعیت میرایی.....	۹۲
۷-۴	نتیجه‌گیری.....	۱۰۵
۸-۴	مراجع.....	۱۰۷

فصل پنجم: استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در شبکه‌های هوشمند

۱-۵	ارتباطات در شبکه‌ی هوشمند.....	۱۱۲
۲-۵	پیشرفت‌های صورت گرفته در شبکه‌ی هوشمند - فعال سازی فناوری انرژی باد.....	۱۱۳
۳-۵	انرژی باد در مضمون شبکه‌های هوشمند.....	۱۱۴
۴-۵	راه‌حل‌های بخش توربین: کانورترهای هوشمند بادی.....	۱۱۸
۵-۵	قسمت داخلی برج بادی: کلیدخانه ولتاژ متوسط ..	۱۲۲
۶-۵	راه‌حل‌های اتصال به شبکه.....	۱۲۳

فصل اول: مدیریت انرژی سمت تقاضا

۱-۱	گسترش سمت تقاضا.....	۱۰
۲-۱	چالش‌های تکنیکی.....	۱۴
۳-۱	روش‌های کنترل.....	۱۸
۴-۱	نتیجه‌گیری.....	۲۵
۵-۱	مراجع.....	۲۶

فصل دوم: مدرن سازی توزیع نمایش دهنده‌ی بهینه سازی ولت-وار و FDIR هوشمند

۱-۲	ساختار سیستم‌های DA و ارتباطات.....	۳۰
۲-۲	۱۴ آگوست ۲۰۰۳: روزی که همه چیز برای DA تغییر کرد.....	۳۱
۳-۲	ظهور یک شبکه‌ی توزیع هوشمندتر.....	۳۲
۴-۲	اتوماسیون توزیع چیست؟.....	۳۳
۵-۲	فناوری اطلاعات و ارتباطات.....	۳۳
۶-۲	شناسایی، جداسازی و بازآرایی خط.....	۳۴
۷-۲	ساختار سیستم FDIR.....	۳۶
۸-۲	بهینه سازی ولت - وار.....	۴۱
۹-۲	نتیجه‌گیری.....	۴۸
۱۰-۲	مراجع.....	۴۸

فصل سوم: مدیریت دارایی پیشرفته

۱-۳	یک زیرساخت قدیمی.....	۵۰
۲-۳	اولویت‌های صنعت.....	۵۱
۳-۳	مدیریت سلامت دارایی (AHM).....	۵۲
۴-۳	فواید حاصل از AHM.....	۵۲
۵-۳	فناوری‌های AHM.....	۵۳

- ۸-۳. استراتژی‌های کنترلی برای بارهای فعال ۱۷۸
 ۸-۴. ریزشیکه‌ی هوشمند ۱۸۵
 ۸-۵. نتیجه‌گیری ۱۸۷
 ۸-۶. مراجع ۱۸۷

فصل نهم: وسایل نقلیه‌ی الکتریکی در شبکه‌ی هوشمند

- ۹-۱. مقدمه ۱۸۹
 ۹-۲. بازار ذخیره‌ی تنظیم ۱۹۵
 ۹-۳. روش شبیه‌سازی دینامیکی ۱۹۹
 ۹-۴. بازارهای برق ۲۰۴
 ۹-۵. نتیجه‌گیری ۲۰۹
 ۹-۶. مراجع ۲۱۲

فصل دهم: سیستم روشنایی LED تغذیه شده با شبکه‌ی DC

- ۱۰-۱. مقدمه ۲۱۴
 ۱۰-۲. ریزشیکه‌ی ولتاژ پایین DC ۲۱۶
 ۱۰-۳. سیستم‌های روشنایی LED حالت جامد ۲۱۹
 ۱۰-۴. سیستم شبکه‌ی سنسورهای بی‌سیم هوشمند برای ساختمان‌های سبز هوشمند ۲۲۱
 ۱۰-۵. بررسی موردی: سیستم روشنایی LED تغذیه شده با شبکه‌ی DC ولتاژ پایین با کنترل سنسوری محیطی هوشمند برای مسئله‌ی انرژی در ساختمان‌های سبز ۲۲۵
 ۱۰-۶. شبیه‌سازی روشنایی LED ۲۲۶
 ۱۰-۷. پیاده‌سازی سیستم روشنایی LED تغذیه شده با شبکه‌ی DC ولتاژ پایین ۲۲۹
 ۱۰-۸. کنترل سنسوری محیطی هوشمند برای تبدیل انرژی در یک ساختمان سبز ۲۳۰
 ۱۰-۹. نتیجه‌گیری ۲۳۳
 ۱۰-۱۰. مراجع ۲۳۳

فصل یازدهم: ریزشیکه‌های هوشمند توزیع شده‌ی چندگانه با شبکه‌ی سنسوری بی‌سیم و برداشت انرژی خودگردان

- ۱۱-۱. مقدمه ۲۳۵
 ۱۱-۲. روش کلی کنترل سلسله مراتبی ریزشیکه‌ها ۲۴۰
 ۱۱-۳. کنترل سلسله مراتبی AC-MG ها ۲۴۱
 ۱۱-۴. نتایج ۲۵۱
 ۱۱-۵. سنسورهای بی‌سیم هوشمند خود تغذیه‌کننده برای ریزشیکه‌ها ۲۵۸

- ۵-۷. پشتیبانی از عملکرد شبکه: SVC بادی به همراه ذخیره‌ی انرژی ۱۲۶
 ۵-۸. خلاصه‌ی تولید بادی ۱۲۸
 ۵-۹. تولید خورشیدی در شبکه‌ی هوشمند ۱۲۸
 ۵-۱۰. ملاحظات عمومی واحدهای فتوولتاییک ۱۲۹
 ۵-۱۱. تولید فتوولتاییک ۱۳۰
 ۵-۱۲. واحدهای متصل به شبکه ۱۳۱
 ۵-۱۳. تناوب تولید و ذخیره‌ی توان تولیدی ۱۳۲
 ۵-۱۴. مشخصه‌ی ولتاژ جریان ماژول PV ۱۳۲
 ۵-۱۵. انرژی تولیدی مورد انتظار در طول سال ۱۳۵
 ۵-۱۶. خمیدگی و جهت‌یابی پنل‌ها ۱۳۵
 ۵-۱۷. ولتاژها و جریان‌ها در واحدهای PV ۱۳۶
 ۵-۱۸. اتصال به شبکه و اندازه‌گیری انرژی ۱۳۷
 ۵-۱۹. نتیجه‌گیری ۱۳۸
 ۵-۲۰. مراجع ۱۳۸

فصل ششم: ریزشیکه در تحول سیستم قدرت الکترونیکی

- ۶-۱. ریزشیکه چیست؟ ۱۴۰
 ۶-۲. مزایای ریزشیکه ۱۴۲
 ۶-۳. طراحی و معماری ریزشیکه ۱۴۳
 ۶-۴. موانع ۱۴۸
 ۶-۵. آیا ریزشیکه‌ها برای شبکه‌ی برق مهم هستند؟ ۱۴۹
 ۶-۶. نتیجه‌گیری ۱۵۰
 ۶-۷. مراجع ۱۵۰

فصل هفتم: افزایش مشارکت انرژی‌های تجدیدپذیر در شبکه‌های شعاعی توزیع از طریق شبکه‌های هوشمند

- ۷-۱. مقدمه ۱۵۱
 ۷-۲. لینک‌های DC در شبکه‌های توزیع شعاعی ۱۵۳
 ۷-۳. توپولوژی Back-to-Back VSC ۱۵۵
 ۷-۴. چارچوب کلی بهینه‌سازی ۱۵۸
 ۷-۵. نتایج ۱۶۲
 ۷-۶. نتیجه‌گیری ۱۷۰
 ۷-۷. مراجع ۱۷۱

فصل هشتم: کنترل بر مبنای ولتاژ واحدهای DG و بارهای فعال در ریزشیکه‌های هوشمند

- ۸-۱. مقدمه ۱۷۳
 ۸-۲. استراتژی‌های کنترلی برای واحدهای DG ۱۷۵

فصل سیزدهم: سیستم کنترل و پایش بی سیم مبتنی بر Zigbee برای شبکه های هوشمند

۱-۱۳	مقدمه	۳۰۸
۲-۱۳	سیستم نمایش مدیریت انرژی ساختمان مبتنی بر Zigbee	۳۰۹
۳-۱۳	مروری بر 802.15.4 و Zigbee/IEEE و Wi-Fi/IEEE	۳۱۱
۴-۱۳	تحلیل عملکرد Zigbee تحت Wi-Fi	۳۱۴
۵-۱۳	طرح اجتناب از تداخل بر اساس فرکانس	۳۱۷
۶-۱۳	نتایج شبیه سازی و پیاده سازی	۳۲۱
۷-۱۳	نتیجه گیری	۳۲۷
۸-۱۳	مراجع	۳۲۷

واژه نامه انگلیسی به فارسی ۳۲۹

۶-۱۱	نتیجه گیری	۲۷۲
۷-۱۱	مراجع	۲۷۳

فصل دوازدهم: شبکه های سنسوری بی سیم برای کاربردهای مصرف کنندگان در شبکه های هوشمند

۱-۱۲	مقدمه	۲۷۷
۲-۱۲	استانداردهای ارتباطات برای WSN ها	۲۸۱
۳-۱۲	کاربردهای WSN در شبکه های هوشمند	۲۸۸
۴-۱۲	امنیت و حریم کاربردهای مصرف کنندگان مبتنی بر WSN	۳۰۰
۵-۱۲	خلاصه	۳۰۲
۶-۱۲	مراجع	۳۰۴

پیش گفتار

شبکه‌های هوشمند که از نظر بسیاری بزرگترین انقلاب در فناوری از زمان اختراع اینترنت محسوب می‌شوند، نقش عمده‌ای در جوامع امروزی ایفا می‌کنند. دولت‌ها در سراسر جهان سرمایه‌های زیادی را صرف تحقیقات، توسعه و اجرای شبکه‌های هوشمند می‌کنند، که اهداف آن‌ها متعدد و متفاوت است. شبکه‌های هوشمند دارای پتانسیل برای کاهش آلودگی‌های دی‌اکسیدکربن از طریق یکپارچه‌سازی منابع انرژی تجدیدپذیر، ذخیره‌سازی انرژی، و وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی شارژی می‌باشند. همچنین می‌توانند قابلیت اطمینان منابع الکتریسیته را از طریق پایش و کنترل تولید، انتقال، و توزیع شبکه‌های برق در اندازه‌گیری زمان حقیقی افزایش دهند. علاوه بر این، می‌توانند کاربرد ایستگاه‌های تولید توان و زیرساخت‌های انتقال برق را کارآمدتر ارائه کرده، و استراتژی‌های قیمت‌گذاری دینامیکی و پاسخ تقاضا را به کار گیرند. به غیر از این مزایا، محصولات و خدماتی که توسط شبکه‌ی هوشمند قابل انجام می‌باشند غیر قابل تصور است.

علاوه بر بروزرسانی فناوری حسگر، پایش، و کنترل الکترونیک قدرت، شبکه‌ی هوشمند در دهه‌ی اخیر در زمینه‌ی ارتباط از راه‌دور به پیشرفت‌های چشمگیری دست یافته است. جنبه‌های زیرساخت و شبکه‌سازی شبکه‌های هوشمند موضوع اصلی این کتاب هستند.

امروزه شبکه‌ی قدرت سیستمی است که از عملکرد تولید، انتقال و توزیع برق پشتیبانی می‌کند. این شبکه از تعداد کمی ایستگاه‌های تولید مرکزی تشکیل شده است و سیستم تحویل توان به صورت الکترومکانیکی از مراکز کنترلی عمل می‌کند. توان عمدتاً از ایستگاه‌های تولید مرکزی (تولیدکنندگان ولتاژ بالا) به سمت مصرف‌کنندگان ولتاژ متوسط و ولتاژ پایین شارش می‌یابد. تعادل بین تولید و مصرف انرژی پیش‌نیازی برای پایداری شبکه می‌باشد. به‌زودی، تولید انرژی از تغییر زمان مصرف پیروی خواهد کرد. با یکپارچه شدن بیشتر و بیشتر تسهیلات تولید انرژی تجدیدپذیر مقیاس کوچک، به طور مثال، بهره‌گیری از توان خورشیدی و بادی، شارش توان در برخی از سناریوها برعکس خواهد شد. ممکن است انرژی از مصرف‌کننده (دارنده‌ی یک تولید انرژی تجدیدپذیر) به سمت شبکه‌ی شارش یافته و منجر به یک ساختار پیچیده در شبکه گردد. اگرچه، بسیاری از منابع تجدیدپذیر دارای ماهیتی متناوب و غیرقابل پیش‌بینی می‌باشند. این موضوع، یکپارچه شدن آن‌ها را به یک چالش تبدیل می‌کند و نیازمند یک بهسازی در زیرساخت انرژی الکتریکی قدیمی می‌باشد.

در دهه‌ی پیش‌رو، انتظار می‌رود زیرساخت انرژی جهانی دست‌خوش تغییری مشابه با تغییر اتفاق افتاده در صنعت ارتباط از راه‌دور و رسانه شود. شبکه‌ی هوشمند زیرساخت الکترونیک قدرت

را با تسهیلات محاسباتی توزیع‌شده‌ی دیجیتال مدرن و شبکه‌های ارتباطات ترکیب می‌کنند. این مجموعه‌ای از سیستم‌های وابسته و پیچیده است که کار اصلی آن تحویل توان قابل اطمینان و کارا می‌باشد. این کار از طریق آگاهی‌های گسترده، کاهش پیک از طریق طرح‌های پاسخ-تقاضا، یکپارچه‌سازی گسترده‌ی منابع انرژی تجدیدپذیر متناوب از طریق کنترل زمان حقیقی و ذخیره‌ی برق و یک تغییر از سیستم حمل و نقل با محرک سوخت‌های فسیلی به حمل و نقل الکتریکی آسان شده است.

این کتاب شامل ۱۳ فصل است. این فصل‌ها زیرساخت، امنیت، و شبکه‌سازی شبکه‌ی هوشمند را پوشش می‌دهند. بر یکپارچه‌سازی انرژی تجدیدپذیر و وسایل نقلیه‌ی الکتریکی با مفهوم شبکه‌ی هوشمند تأکید ویژه‌ای شده است.

با چنین موضوعات متنوع و گسترده‌ی پوشش داده شده، امید است خوانندگان مفاهیم جالبی دریابند و از آن‌ها در زمینه‌ی علمی و زندگی روزمره‌ی خود بهره ببرند. به امید این که شبکه‌های هوشمند در دنیا رونق گیرند و به همه‌ی ما سود برسانند.

رویا احمدی آهنگر - ملیحسا باقریان

پاییز ۱۳۹۳

www.ketaboo.ir