

به نام خدا

مبانی

اینترنت اشیا

مؤلفان:

داود وحدت، محمد قیصری

مبانی اینترنت اشیا

مؤلفان: داود وحدت - محمد قیصری
ویراستار علمی: رامین مولاناپور
ویراستار ادبی: فاطمه سادات محمدی
صفحه‌آرایی و طراحی جلد: همتا بیداریان
ناشر: انتشارات آتی‌نگر
ناشر همکار: انتشارات وینا
تیراژ: ۵۰۰ نسخه
چاپ اول: تابستان ۱۳۹۷
قیمت: ۴۰۰,۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۱۰۲-۱۵-۵

ISBN: 978-622-6102-15-5

حق چاپ برای انتشارات آتی‌نگر محفوظ است.

نشانی دفتر فروش: خیابان جمالزاده جنوبی، روبه‌روی کوچه رشتچی، پلاک ۱۴۴، واحد ۱

نمابر: ۶۶۵۶۵۳۳۷

تلفن: ۸-۶۶۵۶۵۳۳۶



www.ati-negar.com * info@ati-negar.com

سرشناسه: وحدت، داود، ۱۳۵۸-

مبانی اینترنت اشیا/ مؤلفان: داود وحدت - محمد قیصری

تهران: آتی‌نگر، ۱۳۹۷

۲۶۲ ص: مصور، جدول، نمودار.

ISBN: 978-622-6102-15-5

فیپا.

موضوع: اینترنت اشیا

موضوع: Internet of things

شناسه افزوده: قیصری، محمد، ۱۳۶۵-

رده‌بندی کنگره

رده‌بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

۱۳۹۷ م ۳/۵۹۱۵/۵۹۷۶ QA

۰۰۴

۵۳۷۳۴۷۵

فهرست مطالب

پیشگفتار ۷

فصل اول: مفاهیم پایه و مبانی اینترنت اشیا ۹

۱-۱ تعاریف و مفاهیم اینترنت اشیا ۹

۱-۲ وجوه یا دیدگاه‌های مختلف اینترنت اشیا ۱۵

۱-۳ زمینه‌های پژوهشی اینترنت اشیا ۱۸

۱-۴ دامنه‌های کاربرد اینترنت اشیا ۲۱

۱-۵ سیر تکامل اینترنت اشیا ۲۳

۱-۶ اکوسیستم اینترنت اشیا ۲۶

۱-۷ استانداردهای مطرح در حوزه اینترنت اشیا ۲۸

۱-۸ تعامل‌پذیری و استانداردها در اینترنت اشیا ۲۸

۱-۹ داده‌های بزرگ در اینترنت اشیا ۳۵

۱-۱۰ زنجیره ارزش تحلیل و مدیریت داده‌ها در اینترنت اشیا ۳۶

۱-۱۱ زنجیره ارزش اینترنت اشیا ۳۷

۱-۱۲ چالش‌های عمده اینترنت اشیا ۳۹

فصل دوم: زیرساخت‌های اینترنت اشیا ۴۱

۲-۱ فناوری‌های ایجاد شبکه با چشم‌انداز اینترنت اشیا ۴۱

۲-۲ ارتباطات و فناوری در اینترنت اشیا ۴۸

۲-۳ انتقال اطلاعات بین دو ماشین در زیرساخت شبکه اینترنت اشیا ۴۹

۲-۴ فناوری سامانه‌های توزیع‌شده در اینترنت اشیا ۴۹

۲-۵ هوش مصنوعی در اینترنت اشیا ۵۰

۲-۶ سیستم‌های تصمیم‌یار در اینترنت اشیا ۵۳

۲-۷ معماری اینترنت اشیا بر پایه معماری سرویس‌گرا ۵۴

۲-۸ معرفی دیگر معماری‌های ارائه شده برای اینترنت اشیا ۶۴

۲-۹ نرم‌افزارها و سرویس‌های مرتبط با اینترنت اشیا ۶۹

- ۲-۱۰ میان افزارها در اینترنت اشیا ۷۰
- ۲-۱۱ فناوری های مدیریت شبکه در اینترنت اشیا ۷۱
- ۲-۱۲ فناوری های ذخیره سازی انرژی در اینترنت اشیا ۷۱
- ۲-۱۳ انواع رایانش در اینترنت اشیا ۷۳
- ۲-۱۴ انواع پلت فرم های کاربردی در اینترنت اشیا ۸۰

فصل سوم: سخت افزارهای کاربردی در اینترنت اشیا ۸۷

- ۳-۱ سخت افزارهای مرتبط با اینترنت اشیا ۸۷
- ۳-۲ حسگرها ۸۹
- ۳-۳ بردها و میکروکنترلرها ۸۹
- ۳-۴ انواع گجت ها و دستگاه های اینترنت اشیا ۹۳

فصل چهارم: شبکه ها و ارتباطات اینترنت اشیا ۹۷

- ۴-۱ کاربرد فناوری شبکه های حسگر بی سیم در اینترنت اشیا ۹۷
- ۴-۲ فناوری های ارتباطی کوتاه برد در اینترنت اشیا ۱۰۳
- ۴-۳ فناوری های ارتباطی میان برد و بُرد بلند در اینترنت اشیا ۱۲۱

فصل پنجم: فناوری ردفاشگر (RFID) ۱۲۹

- ۵-۱ تعریف ردفاشگر (RFID) ۱۲۹
- ۵-۲ مروری بر تاریخچه فناوری ردفاشگر ۱۳۰
- ۵-۳ مقایسه بارکد و ردفاشگر ۱۳۶
- ۵-۴ معرفی فناوری های مختص شناسایی خودکار ۱۳۸
- ۵-۵ مروری بر فناوری و نحوه کارکرد ردفاشگر ۱۳۹
- ۵-۶ اجزا سیستم ردفاشگر و نحوه کار آنها ۱۴۰
- ۵-۷ فرکانس های رایج در ردفاشگر ۱۴۶
- ۵-۸ استانداردهای فناوری ردفاشگر ۱۴۷
- ۵-۹ انواع سیستم های ردفاشگر ۱۵۰
- ۵-۱۰ کاربردهای عمومی فناوری ردفاشگر ۱۵۱
- ۵-۱۱ پیش نیازهای به کارگیری فناوری ردفاشگر ۱۵۶
- ۵-۱۲ چالش های پیاده سازی فناوری ردفاشگر ۱۵۸
- ۵-۱۳ مزایای فناوری ردفاشگر در حوزه های کاربردی ۱۶۳
- ۵-۱۴ برخی پروژه های مرتبط با فناوری ردفاشگر در ایران ۱۶۴

فصل ششم: کاربرد میان‌افزارها در اینترنت اشیا ۱۶۷

- ۱-۶ میان‌افزار چیست؟ ۱۶۷
- ۲-۶ ضرورت وجودی و کارکردهای میان‌افزار ۱۶۸
- ۳-۶ جایگاه و اصول توسعه میان‌افزار مختص سیستم‌های توزیع‌شده در اینترنت اشیا ۱۷۰
- ۴-۶ دسته‌بندی انواع میان‌افزارها ۱۷۲
- ۵-۶ معرفی برخی میان‌افزارهای موجود در بازار برای اینترنت اشیا ۱۸۰

فصل هفتم: اشیای مجازی و مدل‌سازی آن‌ها در اینترنت اشیا ۱۸۳

- ۱-۷ تعریف اشیای مجازی در اینترنت اشیا ۱۸۳
- ۲-۷ ویژگی‌های اشیای مجازی ۱۸۴
- ۳-۷ سطوح تبادل بین اشیای مجازی ۱۸۵
- ۴-۷ ساختار و خصوصیات اشیای مجازی ۱۸۷
- ۵-۷ مدل‌سازی و مدیریت اشیای مجازی ۱۸۸
- ۶-۷ معماری اشیای مجازی با استفاده از سرویس‌های موقت وابسته به دستگاه ۱۹۰

فصل هشتم: چالش‌های امنیتی اینترنت اشیا ۲۰۳

- ۱-۸ ضرورت امنیت در اینترنت اشیا ۲۰۳
- ۲-۸ بررسی مفهوم امنیت ۲۰۴
- ۳-۸ سؤالات امنیتی اینترنت اشیا ۲۰۶
- ۴-۸ ابعاد امنیتی اینترنت اشیا ۲۰۹
- ۵-۸ چالش‌های امنیتی تجهیزات اینترنت اشیا ۲۲۲
- ۶-۸ انواع حملات به دارایی‌های اینترنت اشیا ۲۲۳
- ۷-۸ آشکارسازی نفوذ در اینترنت اشیا ۲۲۶

فصل نهم: بررسی مدل‌های کسب‌وکار در اینترنت اشیا ۲۲۹

- ۱-۹ ارزشمندترین و محبوب‌ترین کاربردهای اینترنت اشیا ۲۲۹
- ۲-۹ مدل‌های کسب درآمد در حوزه اینترنت اشیا ۲۲۹
- ۳-۹ انواع گونه‌ها و مدل‌های کسب‌وکار در حوزه اینترنت اشیا ۲۳۴

فصل دهم: بررسی کاربرد اینترنت اشیا در برخی صنایع و کشورها ۲۳۷

- ۱-۱۰ اینترنت اشیا در صنعت حمل‌ونقل هوایی ۲۳۷
- ۲-۱۰ اینترنت اشیا در صنعت خودرو ۲۳۸

۲۳۸	..... اینترنت اشیا در ارتباطات و مخابرات
۲۳۹	..... اینترنت اشیا در رسانه‌ها، سرگرمی و خرید
۲۳۹	..... اینترنت اشیا در ساختمان‌های هوشمند
۲۴۱	..... اینترنت اشیا در پزشکی، بهداشت و درمان
۲۴۶	..... اینترنت اشیا در امور مرتبط با پایش اجتماعی
۲۴۶	..... اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند
۲۴۸	..... اینترنت اشیا در خودکارسازی تولید و مدیریت چرخه محصول
۲۵۰	..... اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تأمین و آماد و پشتیبانی
۲۵۳	..... اینترنت اشیا در محیط‌زیست
۲۵۳	..... اینترنت اشیا در ردیابی حیوانات دامداران و کشاورزان
۲۵۴	..... بازار اینترنت اشیا در جهان
۲۵۶	..... اینترنت اشیا در ایران

منابع و مأخذ ۲۵۷

۲۵۷	..... منابع انگلیسی
۲۵۹	..... منابع فارسی

پیشگفتار

گسترش روز افزون استفاده از فناوری‌هایی همچون شبکه‌های بی‌سیم و دستگاه‌های هوشمندی که مجهز به حسگرهای مختلف، تگ‌های ردفاشگر^۱ یا ارتباطات حوزه نزدیک^۲ هستند، منجر به توسعه تفکر مفهوم فناوری اینترنت اشیا^۳ در زندگی روزمره بشر شده است. اینترنت اشیا جهانی را توصیف می‌کند که در آن هر چیزی، از جمله اشیای بی‌جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به سیستم‌های هوشمند اجازه دهند تا آن‌ها را سازمان‌دهی و مدیریت کنند.

ایده اینترنت اشیا، امکان ارتباط، تبادل داده، تجمع و یکپارچه‌سازی بین اشیای موجود در فضای پیرامون ما را رواج می‌دهد. هر شیء یا موجودیت در این فضا دارای سرویس‌هایی است که به دیگر اشیا یا موجودیت‌ها ارائه می‌کند و سرویس‌های مورد نیاز خود را دریافت می‌کند. به‌منظور ارتباط ساده‌تر و سریع‌تر بین این اشیا و امکان مدیریت آن‌ها مدل‌ها و معماری‌هایی نیز ارائه شده‌اند که به‌طور خودکار قابلیت دریافت و ارائه یک سرویس خاص را داشته دارند.

با توجه به مزایای فوق، پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۲۰، ۶ درصد از کل اقتصاد دنیا تحت تأثیر اینترنت اشیا قرار گیرد. همچنین در جای دیگری پیش‌بینی شده است که میزان درآمد کسب‌وکارهای اینترنت اشیا تا سال ۲۰۲۵ رشد قابل ملاحظه‌ای را تجربه خواهند کرد. لذا با توجه به شناخت یک حوزه پژوهشی جدید، تهیه و نوشتن کتابی به‌عنوان یک پیش درآمد برای آشنایی دانشجویان و دانش‌پژوهان برای فعالیت‌های بیشتر در این حوزه در دستور کار نویسندگان قرار گرفت.

در این کتاب مفهوم فناوری جدید اینترنت اشیا (فصل اول) بیان شده و زیرساخت‌های آن شامل اصول شبکه‌ها، معماری اینترنت اشیا و نرم‌افزارهای مرتبط (فصل دوم) مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه ساخت‌افزار اینترنت اشیا (فصل سوم) و تمام نیازها جهت پیاده‌سازی سخت‌افزاری اینترنت اشیا بیان می‌شود و در فصل بعد شبکه‌های حسگر و انواع فناوری‌های کوتاه‌برد، میان‌برد و برد بلند (فصل چهارم) به‌عنوان راهکارهای ارتباطی و بخش مهمی از توسعه این فناوری معرفی شده و راهکارهای به‌کارگیری، پیاده‌سازی و مزایای آن‌ها بیان می‌گردد. سپس فناوری ردفاشگر (فصل پنجم) و میان‌افزارها نیز به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم در زیرساخت معماری اینترنت اشیا (فصل ششم) به‌طور مفصل مورد بررسی قرار گرفته است. میان‌افزار، یک لایه نرم‌افزاری بین سخت‌افزار و نرم‌افزارهای کاربردی در فناوری اینترنت اشیا است و نقش

1- RFID

2- NFC

3- Internet of things

بسیار مهمی در بین لایه‌های معماری توسعه فناوری اینترنت اشیا دارد.

یکی دیگر از مباحث مهم مطرح شده در این کتاب، موضوع اشیای مجازی و مدل‌سازی آن‌ها در اینترنت اشیا (فصل هفتم) است که به‌عنوان پارادایم جدید در فضای فناوری‌های نوین مطرح شده است. بر اساس تعاریف، شیء مجازی مجموعه‌ای از داده‌هاست که هدف خاصی دارد و می‌تواند عملی را انجام دهد. همانند اشیای فیزیکی، اشیای مجازی می‌توانند با توجه به اهدافشان، درجات متفاوتی از تبادل را داشته باشند. هدف از اشیای مجازی، تعریف و فراهم کردن سازوکاری استاندارد برای ساختن اشیایی است که امکان شناسایی به‌وسیله دیگر اشیا یا سیستم‌ها را داشته باشند و سرویس‌های خاصی را ارائه بدهند.

البته بدون توجه به موضوع چالش‌های اینترنت اشیا (فصل هشتم)، نمی‌توان به سادگی جایگاهی متعالی برای این فناوری بین مردم، سازمان‌ها و شرکت‌ها متصور شد. در بخش انتهایی، موضوع مدل‌های کسب‌وکار اینترنت اشیا (فصل نهم) در بین کسب‌وکارهای مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. همچنین در بخش پایانی این کتاب، نمونه‌هایی از کاربردهای اینترنت اشیا در برخی صنایع (فصل دهم) ذکر شده است.

مسلماً این کتاب که ماحصل حداقل چندین ساله تحقیق و تتبع نویسندگان در ادبیات موضوع اینترنت اشیا بوده است، خالی از اشکال نیست که پیشاپیش عذر تقصیر خود را اعلام می‌دارد و نویسندگان با کمال افتخار آماده دریافت نظرات و پیشنهادهای مخاطبان و دانش‌پژوهان از طریق رایانامه^۱ هستند.

در این بین از استادان معزز، دوستان و برادران عزیز جناب آقای دکتر فریدون شمس (عضو محترم هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی)، جناب آقای دکتر اسلام ناظمی (عضو محترم هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی)، جناب آقای دکتر داود کریم‌زادگان مقدم (عضو محترم هیأت علمی دانشگاه پیام نور)، جناب آقای دکتر امیر هوشنگ تاج‌فر (عضو محترم هیأت علمی دانشگاه پیام‌نور)، جناب آقای دکتر محمد علی کریمی (معاون محترم پژوهشی دانشگاه پیام‌نور) و همچنین سرکار خانم مهسا سیدصادق طهرانی و سایر کسانی که با حمایت‌های خود، نویسندگان را در به اتمام رسیدن این کتاب یاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌دارد.

امید است این کتاب مورد توجه و استفاده تمامی پژوهشگران، استادان و دانشجویان عزیز قرار

بگیرد.

داود وحدت (عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور)

محمد قیصری (مدرس دانشگاه)