

بہ نام خدا

مہانی ایتمونت 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: ۹۷۸-۶۲۲-۱۰۲-۱۵-۵

ISBN: 978-622-6102-15-5

حق چاپ برای انتشارات آتی‌نگر محفوظ است.

نشانی دفتر فروش: خیابان جمال‌ده سوبی، روبه‌روی کوچه رشتچی، پلاک ۱۴۴، واحد ۱

نمابر: ۶۶۵۶۵۳۳۷

تلفن: ۶۶۵۶۵۳۳۶-۸



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

فیبا.

موضوع: اینترنت اشیا

Internet of things موضوع:

شناسه افزوده: قیصری، محمد، ۱۳۶۵-

رده‌بندی کنگره

رده‌بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

QAV۶/۵۹۱۵/۳م۲ ۱۳۹۷

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 دیدگاه های مختلف اینترنت اشیا..... ۱۵

۱-۳ زمینه های پژوهش اینترنت اشیا..... ۱۸

۱-۴ دامنه های 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 تعامل پذیری و استانداردها در اینترنت اشیا..... ۲۸

۱-۹ داده های بزرگ در اینترنت اشیا..... ۳۵

۱-۱۰ زنجیره ارزش تحلیل و مدیریت داده ها در اینترنت اشیا..... ۳۶

۱-۱۱ زنجیره ارزش اینترنت اشیا..... ۳۷

۱-۱۲ چالش های عمده اینترنت اشیا..... ۳۹

فصل دوم: زیرساخت های اینترنت اشیا..... ۴۱

۲-۱ فناوری های ایجاد شبکه با چشم انداز 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 سامانه های توزیع شده در اینترنت اشیا..... ۴۹

۲-۵ هوش مصنوعی در اینترنت اشیا..... ۵۰

۲-۶ سیستم های تصمیم یار در اینترنت اشیا..... ۵۳

۲-۷ معماری اینترنت اشیا بر پایه معماری سرویس گرا..... ۵۴

۲-۸ معرفی دیگر معماری های ارائه شده برای اینترنت اشیا..... ۶۴

۲-۹ نرم افزارها و سرویس های مرتبط با اینترنت اشیا..... ۶۹

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

فصل سوم: سخت افزارهای کاربردی در اینترنت اشیا..... ۸۷

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

فصل چهارم: شبکه ها و ارتباطات اینترنت اشیا..... ۹۷

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

فصل پنجم: فناوری ردفاشگر (RFID)..... ۱۲۹

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

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: اشیا مجازی و مدل‌سازی آن‌ها در اینترنت اشیا..... ۱۸۳

- ۱-۷- تعریف سیای مجازی در اینترنت اشیا..... ۱۸۳
- ۲-۷- ویژگی‌های اشیا مجازی..... ۱۸۴
- ۳-۷- سطوح تبادل بین‌اندازی مجازی..... ۱۸۵
- ۴-۷- ساختار و خصوصیات سیای مجازی..... ۱۸۷
- ۵-۷- مدل‌سازی و مدیریت اشیا مجازی..... ۱۸۸
- ۶-۷- معماری اشیا مجازی با استفاده از ویس‌های 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- سوالات 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

- ۳-۱۰ اینترنت اشیا در ارتباطات و مخابرات ۲۳۸
- ۴-۱۰ اینترنت اشیا در رسانه‌ها، سرگرمی و خرید ۲۳۹
- ۵-۱۰ اینترنت اشیا در ساختمان‌های هوشمند ۲۳۹
- ۶-۱۰ اینترنت اشیا در پزشکی، بهداشت و درمان ۲۴۱
- ۷-۱۰ اینترنت اشیا در امور مرتبط با پایش اجتماعی ۲۴۶
- ۸-۱۰ اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ۲۴۶
- ۹-۱۰ اینترنت اشیا در خودکارسازی تولید و مدیریت چرخه محصول ۲۴۸
- ۱۰-۱۰ اینترنت اشیا در مدیریت زنجیره تأمین و آماد و پشتیبانی ۲۵۰
- ۱۱-۱۰ اینترنت اشیا در محیط زیست ۲۵۳
- ۱۲-۱۰ اینترنت اشیا در ردیابی حیوانات دامداران و کشاورزان ۲۵۳
- ۳-۱۰ برار اینترنت اشیا در جهان ۲۵۴
- ۱۴-۱۰ اینترنت اشیا در ایران ۲۵۶

منابع و مأخذ ۲۵۷

منابع انگلیسی ۲۵۷

منابع فارسی ۲۵۹

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، تجمیع 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 سرویس‌هایی مورد نیاز خود را دریافت می‌کند. به‌منظور ارتباط ساده‌تر و سریع‌تر بین این اشیا و امکان ادغام 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 بسیاری از صنایع 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 کتاب 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 کوتا‌برد، 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، شی 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 با این 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 حاصل زحمات چندین ساله تحقیق و تتبع نویسندگان در ادبیات موضوع اینترنت اشیا بوده است، خالی از سبالی 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 سلام ناظمی (عضو محترم هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی)، جناب آقای دکتر داود کریم‌زادگان (مدرس و 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 همکاران سرکار خانم مهسا سیدصادق طهرانی و سایر کسانی که با حمایت‌های خود، نویسندگان را در به اتمام رساندن 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 هیأت علمی دانشگاه پیام نور)

محمد قیصری (مدرس دانشگاه)