



سیستم های اجرایی ساخت و تولید برای شرکت ها با اندازه کوچک و متوسط

نویسندگان: حسین میرزایی

دانشجوی مدیریت دفاعی دانشگاه افسری امام علی (ع) تهران

چکیده

سیستم اجرایی ساخت و تولید (MES) نقش مهمی در حمایت از شرکت ها با اندازه کوچک و متوسط (SME) برای عملیات های تولید روزانه آنها ایفا می کند. عملیات های کسب و کارهای SME ها به طور سنتی بر سیستم کاغذبازی تکیه می کنند. با افزایش سریع تکنولوژی، تقریباً تضمین شده است که این سیستم با MES هوشمند کارآمد و قابل اعتماد جایگزین خواهد شد. این مقاله، یک سیستم ساخت و تولید زمان واقعی مبتنی بر RFID را ارائه می کند که پنج کارکرد را در خود دارد. این پنج کارکرد در یک رابط مبتنی بر اندروید ادغام می شوند که داده ها در یک پایگاه داده مبتنی بر ابر در زمان واقعی می خواند و می نویسد. فن آوری NFC برای بهبود سهولت استفاده نیز مورد استفاده قرار می گیرد. هدف از این مقاله و سیستم، ارتقاء ارتباطات درون یک شرکت، بهبود کیفیت محصول، بهینه سازی ذخیره سازی داده ها و کاهش ضایعات کاغذبازی است. یک مطالعه موردی، امکان سنجی و عملی بودن سیستم طراحی شده و توسعه یافته را نشان می دهد.

کلمات کلیدی: ابر؛ اینترنت اشیا؛ زمان - واقعی؛ سیستم اجرایی ساخت و تولید.



1. مقدمه

با توجه به افزایش جهانی شدن، ما با افزایش در کارخانه های تولیدی کوچک تر که گستره وسیع تری از محصول ها را تولید می کنند روبرو هستیم. علاوه بر این، با توجه به وجود اینترنت، تجارت الکترونیک و تقاضای روزافزون برای سفارشی سازی محصول، منجر به افزایش تکنیک های تولید ترکیبی شده است [۱، ۲]. محصول های امروزی با سطح بالایی از انتقادات از سوی مشتریان مواجه هستند و با رقابت بین شرکت های قوی، امکانات تولید باید اطمینان حاصل نمایند که محصولات با استانداردهای بالایی و در عین حال با سرعت بهینه تولید می شوند [۳]. این کار با کاهش زمان استراحت دستگاه، بهبود زمان های تحویل، بهینه سازی نرخ های تولید و مدیریت برنامه های زمان بندی برای هر دوی کارگران و ابزارهایی که آنها استفاده می کنند، انجام می شود. [۴، ۵]. این کارکردها، مبنای یک سیستم اجرای ساخت و تولید (MES) را تشکیل می دهند که توسط انجمن راه حل های سازمانی ساخت و تولید (MESA) با لحاظ نمودن یازده کارکرد کلیدی [۶]، تعریف شده است.

اینترنت اشیا (IoT) اصطلاحی است که برای توصیف اتصال متقابل بین دستگاه ها و لوازم خانگی مختلف از طریق اینترنت [۷] استفاده می شود. این مفهوم برای طیف وسیعی از کاربردها در زندگی اعم از کاربردهای تجاری و مصرف کننده مانند خانه های هوشمند، پلت فرم های تفریحی به هم متصل شده و وسایل نقلیه هوشمند که می توانند سود را بهبود بخشند، اعمال می شود. [۸-۱۲]. IoT به طور سودمند در بسیاری از بخش ها توسط فراهم نمودن یک بینش به عملیات های یک شرکت از طریق بهره برداری از حسگرها، سخت افزار، نرم افزار و حتی شبکه ابر به کار می رود. بنابراین داده های جمع آوری شده با شبکه IoT می توانند برای بهینه سازی عملکرد یک شرکت استفاده شوند و در نهایت منجر به افزایش سودها می شوند. شبکه IoT نیز کاربرد دارایی های شرکت در شبکه را میسر می کند و بینشی را نسبت به یک دارایی شخصی که از نزدیک قابل نظارت می باشد، فراهم می کند. این می تواند به مقادیر زیادی از داده های تولید شده از یک دستگاه تک منجر شود، اگر آنها در زمان واقعی پردازش نشوند، این داده ها بی فایده خواهد بود، بنابراین استفاده از محاسبات ابری برای پردازش داده ها، به جای یک سرور محلی و



یا یک کامپیوتر شخصی استفاده می شود. محاسبات ابر، برقراری ارتباط سریع در یک شبکه را امکان پذیر می سازد، بنابراین تصمیم گیری در زمان واقعی امکان پذیر می شود [۱۳، ۱۴].

به علت توسعه سریع فن آوری ها نسبت به نمونه های موجود، علاوه بر ایجاد یک سیستم مناسب برای شرکت ها با اندازه کوچک و متوسط (SMEs)، MES باید بهبودهای چشمگیری داشته باشد. سه عامل نقش چشمگیری در بهبود یک MES ایفا می کنند از جمله شفافیت، پاسخگویی و صرفه جویی در هزینه [۱۵]. برای افزایش شفافیت، باید بهبود ادغام کسب و کار در سیستم وجود داشته باشد. این باید منجر به بهبود ارتباط بین ادارات مالی و ادارات تولید شود. پاسخگویی سیستم اغلب نشان دهنده نرخ جریان داده ها است. افزایش زمان های پاسخ به شما در تشخیص سریع تر مشکلات و رویدادهای غیر منتظره و همچنین موقعیت یابی و حل و فصل قبل از گسترش آن کمک می کند. در نهایت، MES باید بهینه سازی را به عنوان یک ابزار اساسی برای هر کارکرد MES ارائه دهد. این بهینه سازی موجب صرفه جویی در منابع و زمان، و در نهایت کاهش هزینه ها می شود [۱۶، ۱۷]. این مقاله، یک MES هوشمند مبتنی بر RFID را ارائه می کند که دارای پنج کارکرد کلیدی است:

- جمع آوری / کسب داده ها - این کارکرد اصلی، روشی را توصیف می کند که داده ها از طبقه کارخانه به طور خودکار از تجهیزات / کارگران به شیوه ای زمان واقعی به دست می آیند.
- مدیریت فرایند - با تصحیح و بهبود فرایندهای انجام شده به صورت خودکار یا با توصیه به استفاده از اطلاعاتی که از تجهیزات هوشمند به دست می آید، بر تولید نظارت می کند.
- تخصیص و وضعیت منابع - یک وسیله حیاتی برای نظارت بر منابع مورد استفاده توسط شرکت. منابع عبارتند از: کارگران ماهر، مصالح، ماشین آلات و ابزارهای تولید. همچنین وضعیت منابع فوق را نیز نشان می دهد.
- برنامه زمانبندی عملیات ها و جزئیات - یک ابزار مورد استفاده برای سازمان دهی و برنامه ریزی عملیات ها بر اساس اهمیت آن، تکیه آن به تجهیزات تولید و نظمی که پیگیری آن الزامی است.



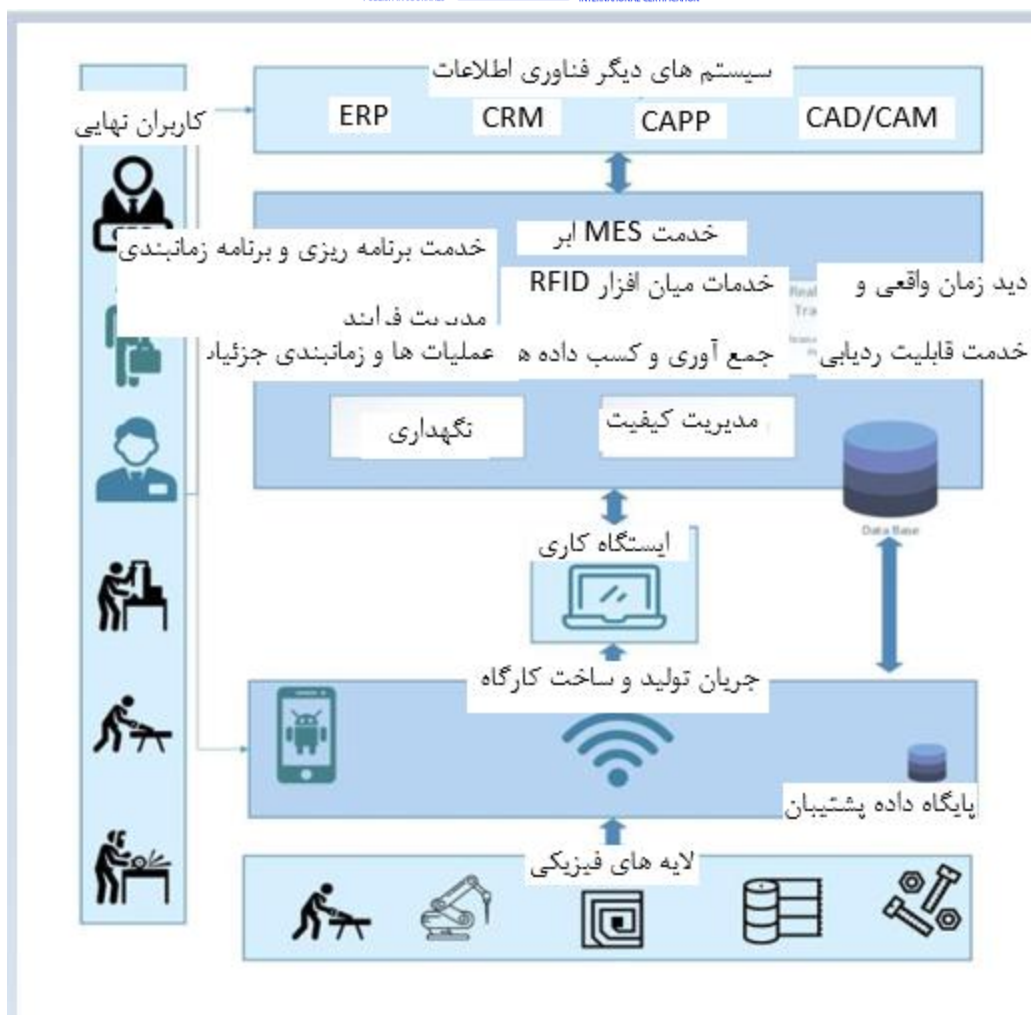
- تجزیه و تحلیل عملکرد - این یک ابزار کلیدی در سیستم های ساخت و تولید است که برای مقایسه نتایج با خروجی های گذشته شرکت ها و اهداف کسب و کار آینده، کمک به تصمیم گیری، بهبود بهره وری و پیشرفت مثبت استفاده می شود.

بقیه این مقاله به شرح زیر سازمان دهی شده است: بخش ۲ اجزای مختلف یک سیستم اجرای ساخت و تولید هوشمند را معرفی می کند و اهمیت آنها را در طبقه کارگاه توضیح می دهد. بخش ۳ خدمات مهم پیشنهاد شده به واسطه کاربرد را توصیف می کند. در نهایت، بخش ۴، یک مطالعه موردی را ارائه می دهد که ادغام سیستم را با یک محیط کارگاه ساختگی را توضیح می دهد.

۲. MES هوشمند

۲.۱ ماشین های هوشمند

معماری MES هوشمند در شکل ۱ نشان داده شده است. لایه فیزیکی شامل چندین زیر لایه می شود که متشکل از اجزای مختلف رده بندی شده می باشد. در ابتدا، برچسب های RFID با فرکانس بالا در قطعات و دستگاه های مختلف مستقر می شود. ثانياً، اجزای حیاتی، ابزارهای برش، کنترل کننده های دستگاه و دستگاه های جمع آوری داده ها در این لایه گنجانده می شوند. آنها می توانند سنسورهای مختلفی را حمل کنند به طوری که وضعیت آنها می تواند در زمان واقعی ردیابی و پیگیری شود. دستگاه ها و روبات های معمولی می توانند از ابزارهای مختلف (مانند ابزارهای برش) برای فرآیندهای مختلف استفاده کنند. بنابراین، آنها توسط دستگاه های RFID شناسایی می شوند. به عنوان مثال، برچسب های RFID بر روی هر یک از دستگاه های منفرد متصل می شوند به طوری که بتوانند به طور منحصر به فرد شناسایی شوند [۸-۱۰].



شکل ۱: معماری MES هوشمند

خدمات گزارش آمارهای الکترونیکی، نظارت بر پیشرفت از طریق تلفن هوشمند شخص را میسر می سازد. رابط های سفارشی می توانند بر اساس برنامه های کاربردی و شرایط مختلف مانند ارزیابی های زمان بندی و برنامه ریزی تولید فصل پیک طراحی شوند. زیرلایه سوم شامل تمام مواد و منابع پایه مورد استفاده برای خلق محصول نهایی می باشد. با این وجود، این مواد باید یک اندازه تنظیم شده و تعداد محدودی داشته باشند تا یک برچسب RFID مرتبط با آن داشته باشند. مواد به طور معمول به یک کارگاه با یک اندازه تنظیم شده به طور حجمی تحویل داده می شوند. سپس مواد فله را می توان به صورت دسته ای و همراه با برچسب ها و آماده استفاده گروه بندی کرد. مواد اولیه اغلب در اشکال و اندازه های نامنظم یا بزرگ با مقدار ناشناخته باقی می ماند. این کار ممکن است نیاز به یک



پردازش مواد خام توسط یک کارگر به صورت یک اندازه تنظیم شده و دسته بندی آنها را در کمیت های قابل مدیریت قبل از پیوند آنها به برچسب RFID داشته باشد. برای مثال، یک کارگر می تواند قطعات یکنواخت از پارچه فیبر کربن را برش دهد و قطعات را به صورت دسته هایی با یک کمیت معین سازماندهی کند، قبل از اینکه هر دسته را به برچسب RFID پیوند دهد. سپس هر دسته می تواند برای ایجاد تعداد محدودی از تخته های کامپوزیت، بدون هیچ گونه باقیمانده ای استفاده شود. برچسب های RFID نقش حیاتی در تبدیل مواد و منابع به اشیاء هوشمند ایفا می کنند تا بتوان آنها را در یک MES مورد استفاده قرار داد. بنابراین، روه های تصمیم گیری و جریان های عملیاتی آنها می توانند توسط راه حل مبتنی بر IoT دوباره مهندسی مجدد و منطقی سازی شوند.

۲.۲ طبقه کارگاه ساخت و تولید

این چارچوب کلی از عناصر ملموس و غیرملموس تشکیل شده است. طبقه کارگاه ساخت و تولید، یکی از عناصر ملموس مورد نیاز کاربران نهایی، به ویژه کارگران طبقه فروشگاه و مدیران آنها را نشان می دهد. این عناصر شامل یک گوشی هوشمند که مجهز به یک خواننده / نویسنده RFID شده است و بر روی یک سیستم عامل Android در حال اجرا است و یک اتصال بی سیم اینترنت که تلفن ها را به ابر متصل می کند، می باشد. همچنین شامل یک پایگاه داده پشتیبان می باشد که می تواند اطلاعات را ثبت نماید. اگر خرابی در اتصال شبکه به ابر وجود داشته باشد، پایگاه داده پشتیبان می تواند فهرست کارها را برای چندین روز ذخیره کند. طبقه کارگاه ساخت و تولید به عنوان بخش مرکزی اتصال، ارتباط کاربران نهایی و اتصال لایه های فیزیکی به MES مبتنی بر ابر عمل می کند.

۲.۳ کاربران نهایی

کاربران نهایی، همه کسانی هستند که می توانند MES مبتنی بر ابر را تحت تأثیر قرار دهند و استفاده نمایند، که این افراد معمولاً کارگران و مدیران کارگاه می باشند. مدیران کارگاه، ابزارها و محیط های دیگری دارند که می توانند برای ایجاد تغییرات و بهبود عملکرد کارگاه استفاده شوند. مدیران، توانایی اضافه کردن شغل های جدید به لیست



کار و ویرایش شغل های موجود را دارند. مدیران همچنین می توانند شاخص های تجزیه و تحلیل عملکرد را برای جنبه های مختلف فرایند تولید مشاهده کنند. اعضای اجرایی شرکت می توانند از گزارش های عملکرد ایجاد شده توسط MES برای درک روندها در تولید استفاده کنند که می توانند برای شکل دادن به آینده شرکت استفاده کنند. کارمندان در بخش مالی، از دیگر سیستم های فناوری اطلاعات مانند نرم افزار برنامه ریزی منابع سازمانی استفاده می کنند که برای کنترل منابع شرکت، کاهش هزینه و افزایش بهره وری استفاده می شوند. یک MES مبتنی بر ابر به راحتی می تواند با دیگر سیستم های فناوری اطلاعات هماهنگ شود و ارتباطات را در یک شرکت افزایش دهد.

۳. خدمات کلیدی

۳.۱ میان افزار RFID

میان افزار RFID، یکی از مهمترین ویژگی های MES است. مسئولیت خدمات است که داده های خام و ارتباطات بین دستگاه ها را مدیریت می کند. دو ویژگی کلیدی با این سرویس مرتبط هستند - جمع آوری / کسب داده ها و مدیریت نگهداری. مدیریت نگهداری در این مقاله مورد بحث قرار نخواهد گرفت، زیرا هنوز پیاده سازی نشده است. جمع آوری داده ها برای پیاده سازی مناسب سیستم های اجرای ساخت و تولید ضروری است. سبک سنتی کاغذ سازی عملیات ها، اغلب در معرض خطا قرار دارند و در میان چیزهای دیگر، قادر به مقابله با فروشگاه های دینامیک نیستند. این مشکلات به طور عمده به دلیل جمع آوری بی موقع اطلاعاتی رخ می دهند که می توانند از طریق استقرار مناسب از دستگاه های هوشمند مبتنی بر RFID مانند کارگران، ماشین آلات و منابع بوجود می آیند. شکل ۱ نشان می دهد که چگونه برنامه گوشی هوشمند، شکاف اتصال بین دستگاه های RFID و Cloud MES را پر می کند. استفاده مناسب از این مقوله در مراحل کلیدی، به روزسازی غالب داده ها را میسر می سازد و از جمله چیزهای دیگر، شناخت مکان و وضعیت را میسر می سازد. هنگامی که این داده ها جمع آوری می شود، به صورت



اطلاعاتی سازماندهی می شود که می توانند مورد استفاده قرار گیرند تا بازخورد مناسب قابل ارسال باشد. با توجه به ماهیت RFID، بسیاری از اقدامات امنیتی برای جلوگیری از دست رفتن اطلاعات باید انجام شوند.

۳.۲ سرویس برنامه ریزی و زمان بندی

خدمات (سرویس های) برنامه ریزی و زمان بندی، راهنمایی مناسب در مورد بهینه سازی فرآیندها و عملیات ها را ارائه می دهد. این سرویس به دو ویژگی می پردازد - مدیریت فرآیند و عملیات ها و زمان بندی دقیق. مدیریت فرآیند، روش مورد استفاده برای تعریف فرآیند است که مواد خام باید تحت آن قرار گیرند تا به محصول نهایی تبدیل شوند. در حالیکه عملیات و زمان بندی دقیق برای تعیین زمان و میزان طولی بودن فرآیند مورد استفاده قرار می گیرد.

هنگامی که کارها ثبت می شوند، مدیران، اطلاعاتی مانند اولویت، اهمیت، فرآیند ماشینکاری برای استفاده و غیره را وارد می کنند. سپس سرویس میان افزار، این داده ها را جمع آوری و سازماندهی می کند تا روش بهینه را بتوان محاسبه کرد. این سرویس را می توان برای هر نمونه با استفاده از مجموعه ای از قوانین یا منطق حاکم توسط پارامترهای ورودی و همچنین داده های زمان واقعی فرموله نمود. هنگامی که روش فرایند شناخته شده باشد، عملیات ها و زمانبندی مفصل را می توان تولید نمود و به کارگران ارسال کرد. این کار با در نظر گرفتن محدودیت های از قبیل تاریخ های تعیین شده، توسط مشتریان یا در غیر این صورت و تنظیم خودکار برنامه های زمان بندی فعلی و آینده صورت خواهد گرفت.

۳.۳ دید در زمان واقعی و ردیابی



هدف از این سرویس، فراهم نمودن بهبود در تبادل اطلاعات برای تصمیم گیری مربوط به برنامه ریزی و کنترل زمان واقعی مواد است. برای رسیدن به موفقیت، باید چندین گام برداشته شوند. این کار شامل جمع آوری به موقع داده های به موقع و تفسیر مفید و بازخورد اطلاعات می باشد.

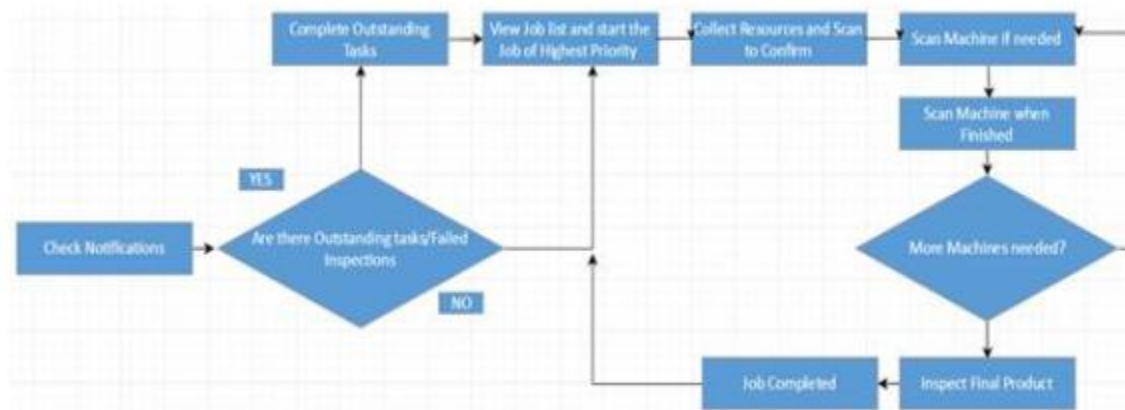
جمع آوری به موقع داده ها توسط سرویس میان افزار مدیریت می شود و با کمک استقرار مناسب برچسب های RFID صورت می گیرد. اطلاعات سازمان یافته جمع آوری شده توسط این برنامه برای ایجاد اطلاعات معنی دار استفاده می شود که می توانند به صورت گرافیکی صفحه نمایش داده شوند. مدیران یا سایر کاربران مجاز می توانند وضعیت فعلی طبقه کارگاه را ببینند، تخصیص منابع، سطوح موجودی، عملکرد کارگران و غیره را برای اطمینان از اینکه هر تصمیمی می تواند بر مبنای زمان واقعی گرفته شود، را ردیابی یا ویرایش نماید.

۴. یک مطالعه موردی

۴.۱ درباره این مورد

مطالعه موردی انتخاب شده، یک شرکت ساختگی است که جواهرات را با استفاده از منابع منحصر به نیوزلند و میراث آن تولید می کند. کارگران در این شرکت، جواهرسازی باتجربه هستند که به ندرت نیاز به پیگیری یک برگه دستورالعمل دارند. این کارگران ممکن است در برخی از مواد و تکنیک ها متخصص باشند اما می توانند هر کاری را انجام دهند. سپس جواهرات تولید شده به چند فروشگاه خرده فروشی در سراسر کشور عرضه می شود. این فروشگاه ها عموماً سفارشات بزرگ را برای محصول ها مختلفی که دارای مهلت بلند مدت هستند قرار می دهند. این شرکت در یک منطقه گردشگری برجسته قرار گرفته است و مشتریان اغلب در مورد جواهراتی که می توانند به طور سفارشی ساخته شوند، پرس و جو می کنند. سفارشات سفارشی-ساخت عموماً دارای مهلت کوتاه تری هستند و تفاوت در مهلت به این معنی است که برخی از وظایف به طور قابل توجهی بر لیست کار در مقایسه با سایر وظایف تاثیر می گذارند. این مطالعه موردی یک مثال عالی از تولید سفارشی مقیاس کوچک را فراهم می کند.

این شرکت از سه منبع اصلی برای کاتالوگ طلا و جواهر خود استفاده می کند - جید / سبز سنگ، پووا پاوا و نقره. از آنجا که هر یک از این مواد دارای ویژگی های منحصر به فرد هستند، دستگاه های مختلفی برای اطمینان از کار دقیق و با کیفیت به طور مداوم مورد استفاده قرار می گیرند. هر نوع جواهرات نیز دارای فرایند تولید متفاوت است که تا اتمام آن پیگیری خواهد شد.



شکل ۲. جریان فرایند

فرایند ساخت گوشواره های نقره ای معمولاً با نورد کردن نقره به صورت ورقه ها شروع می شود که سپس آماده برش لیزری می باشند (شکل ۲). حلقه های نقره ای تماماً در محل در یک کوره تولید می شوند. این کار با دستکاری دستی یک نسخه مومی آغاز می شود که برای خلق یک قالب لاستیکی قابل استفاده مجدد شروع می شود. قالب برای ایجاد نسخه مومی که یک جزء کلیدی در ریخته گری موم توخالی است مورد استفاده قرار می گیرد. سپس جاهای خالی موم با یک گچ مقاوم در برابر حرارت پوشیده می شوند و هنگامی که تنظیم شده باشد، نقره مذاب در آن ریخته می شود. نقره ذوب شده، موم را ذوب می کند و جای آن را می گیرد. هنگامی که قالب سرد شده باشد، گچ شکسته می شود و حلقه نقره ای بر جای می ماند.

مواد پوسته Paua در حالت خام تحویل داده می شوند. Paua دارای یک مقیاس سخت است که باید برداشته شود تا لایه های جاذب زیرین در معرض قرار گیرد. پس از آن کارگران Paua را در اندازه های مناسب برای کار برش می

دهند و سپس حکاکی آنها را به شکل دلخواه شروع می کنند. به همین ترتیب، سنگ سبز (یشم) در مقاطع بزرگ تحویل داده می شود که قبل از برش و شکل دادن به سنگ، باید در اندازه مناسب برش داده شود.

یک روز نرمال در این شرکت را بدون RT-MES به عنوان مورد پایه در نظر بگیرید. کارگران با کارهای موجود شروع می کنند که از روز قبل تکمیل نشده اند. سیستم فعلی کارکنان یک محصول واحد را از ابتدا تا انتها ایجاد می کند و مواد اولیه را به اشکال قابل کنترل تبدیل می کند. علاوه بر این، مشتریان در طول روز آنها را دریافت می کنند. هر مشتری دارای الزامات و طرح های خاص خود است که بر روی فرم های کاغذی نوشته شده اند. سپس آنها به صورت دستی وارد سیستم می شوند و برنامه های شغلی به صورت دستی براساس مهارت های کارگر اختصاص می یابد.

مشکل فعلی که شرکت با آن مواجه هستند، یک روش نامناسب برای ردیابی منابع مورد استفاده و زمان است. این شرکت همچنین به یک روش بهینه سازی فهرست کار برای هر کارگر و توانایی پیگیری منابع مختلف را در زمان واقعی نیاز دارد. علاوه بر این، این شرکت در تلاش است تا با کاهش مصرف کاغذ خود، میزان رد پای کربن را کاهش دهد.





شکل ۳. طراحی رابط کاربر

۴.۲ رابط کاربری

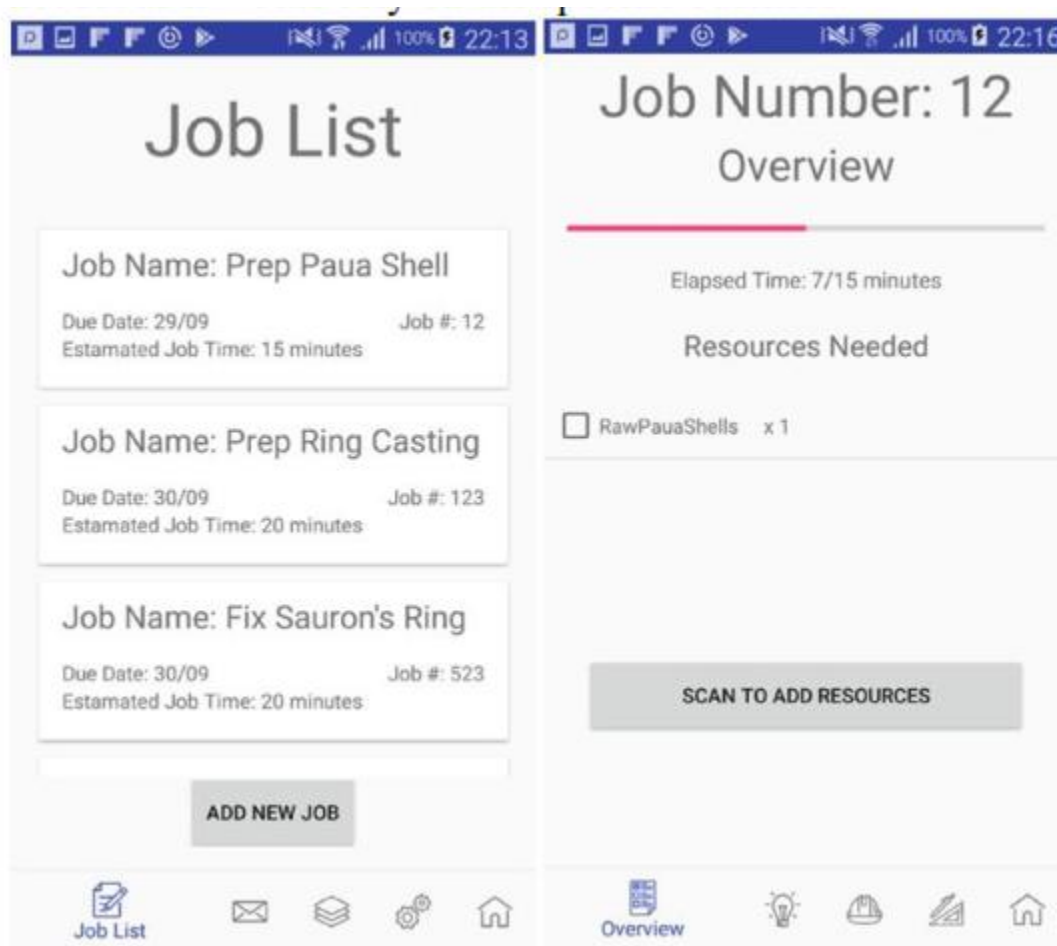
رابط کاربر برای ساده و به صورت شهودی طراحی شده بود، زیرا اکثر کاربران معمولاً افراد مسن تر هستند که ممکن است با تکنولوژی آشنا نباشند. دو نسخه از برنامه وجود دارد، یکی برای کارگر عمومی و یکی برای مدیر و کارکنان سطح بالاتر. هر دو نسخه اساساً یکسان هستند، با این حال تفاوت اصلی این است که مدیران باید توانایی اضافه کردن، ویرایش و مشاهده اطلاعات بیشتری از قبیل اختصاص دادن اولویت کار، مشاهده عملکرد و غیره را داشته باشند. صفحه نمایش های مختلف در ابتدا بر روی BlasamIQ، یک ابزار طراحی رابط طراحی شدند. هر صفحه نمایش همان طرح پایه را در صورت امکان دارد. شکل ۳ را ببینید. انتظار می رود این مقوله همراه بار استفاده روزانه مورد انتظار باعث افزایش آشنایی شود که به عنوان اصل به خاطر سپاری حافظه استفاده می شود و باعث افزایش قابلیت استفاده می شود. بخش های فرعی زیر به بحث و بررسی در مورد صفحه ورود و مرور کلی خاص کار، صفحه نمایش منابع کارمند، صفحه نمایش منبع و صفحه نمایش فهرست کارها می پردازند. این صفحات بخشی از قابلیت MES را بررسی خواهند کرد، یعنی جمع آوری / کسب اطلاعات، تجزیه و تحلیل عملکرد و برنامه ریزی دقیق فرآیند مدیریت / عملیات.

۴.۳ ورود

صفحه نمایش اول که کاربران بعد از شروع برنامه مشاهده خواهند کرد، صفحه ورود به سیستم است. این صفحه به جنبه امنیتی Firebase مرتبط است که در آن، اطلاعات RFID از کارت شناسایی کارمند با اطلاعات موجود در پایگاه داده را مقایسه خواهد کرد. سپس وارد برنامه خواهد شد یا یک پیام خطا با اطلاعات بیشتری نمایش داده خواهد شد. جزئیات دیگر مانند تاریخ، زمان و محل نیز ثبت می شوند. این باعث افزایش کارایی برنامه می شود زیرا



به این معنی است که کاربران نمی توانند با ورود به سیستم در خانه و یا بعد از آن، در سیستم تقلب کنند. پارامترهای موقعیت مکانی تنظیم نشدند، زیرا متکی بر کسب و کار خاص هستند.



شکل ۴. فهرست کارها

۴.۴ فهرست کارها

شکل ۴، صفحه نمایش اصلی که صفحه فهرست کارها است را نشان می دهد. این صفحه باز طرح اولیه که قبلا ذکر شد سیستم را می کند. محتویات، کارهای خاصی هستند که به کاربر وارد تخصیص می یابند. اطلاعات کار در کارت ها نمایش داده می شوند که توسط استفاده از تطبیق دهنده های سفارشی عمومی می شوند. این تطبیق دهنده ها

به شکل آرایه هایی از اطلاعات شغلی به دست آمده از پایگاه داده هستند که توسط فرمول های ساده سازی شده مرتب خواهند شد.

$$n = 0.8d + 0.2p$$

که در آن، d تعداد روزها از زمانی است که کار تخصیص داده می شود و " p " شماره اولویت آن است. یک مقدار n بالاتر به این معنی است که این کار در فهرست، بالاتر قرار خواهد گرفت. فرمول بالا بر " d " تاکید می کند؛ زیرا اگر مشتری برای مدت طولانی در انتظار بماند، برای شهرت آن مضر است. این مربوط به برنامه زمان بندی عملیات ها می شود، در حالی که مدیریت فرآیند می تواند به عنوان اقلام موجود در لیست دیده شود که لزوماً برای یک کار کامل نیستند. به عنوان مثال، Job 12 است "Prep Paua Shell"، گامی کوتاه در ایجاد یک گوشواره paua است.

یک دکمه «افزودن کار» نیز برای نسخه مدیر برنامه در دسترس است. این امر انعطاف پذیری را افزون می کند زیرا مدیر را قادر می سازد تا به اشتباهات ناگهانی یا اگر کارها به طور غیر منتظره لغو شوند، واکنش نشان دهد. هنگامی که کاربر یک کار را انتخاب می کند، آنها به یک صفحه حاوی اطلاعات خاص مربوط به آن کار دوباره هدایت خواهند شد. صفحه اول مربوط به کار، صفحه مرور کلی است (شکل ۴ سمت راست)، این صفحه، یک نوار پیشرفت، منابع مورد نیاز و یک دکمه اسکن را نشان می دهد. هنگامی که کاربر روی دکمه اسکن کلیک می کند، برنامه شروع به جستجو برای برچسب های RFID خواهد کرد، در صورتی که یک برچسب مربوط به منابع اختصاص داده شده، کادر را چک خواهد کرد. زمانی که منبع چک می شود، آنگاه پایگاه داده، جابجاکننده میزان مطلوب از "INVENTORY" به "WORKINPROGRESS" را به روز رسانی خواهد کرد. همچنین محل منبع را برای شناسه کاربران تنظیم می کند، و بنابراین به روز رسانی های زمان واقعی که باید ردیابی شوند را انجام می دهد. به محض انتخاب آخرین منبع، نوار پیشرفت شروع می شود و یک تایمر داخلی شروع خواهد شد. نوار پیشرفت، زمان مورد انتظار را دنبال خواهد کرد که این کار باید انجام شود، همان طور که توسط نرم افزار ERP تعیین خواهد

شد، در حالی که تایمر داخلی، زمان واقعی که سپری می کند، ثبت می کند. سپس این اطلاعات می تواند برای به روز رسانی عملکرد کاربر مورد استفاده قرار گیرد.

صفحه نمایش های دیگر شامل دستورالعمل ها، ایمنی، کیفیت و خانه هستند. توجه داشته باشید صفحه نمایش کیفیت، یک دکمه «Finish» را دارد که بعد از انتخاب، اسکنر RFID را پس از چک کردن این مورد که آیا پارامترهای کیفیت برآورده می شوند یا خیر، شروع می کند. محصول نهایی، اسکن می شود که وضعیت منابع مورد استفاده را به روزرسانی می کند، برای مثال از کار در حال پیشرفت به موجودی (محصول نهایی).



شکل ۵. عملکرد کارکنان

۴.۵. مدیریت منابع



صفحه منابع، سه کارت دارند: موجودی، کار در حال پیشرفت و کارمندان. با کلیک بر روی کارت، کاربر به آن صفحه مربوطه منتقل خواهد شد. شکل ۷ صفحه کارمند را نشان می دهد که تنها توسط یک کاربر در سطح مدیر قابل دسترسی است. در این صفحه، وابسته به سه گزینه انتخاب شده توسط کاربر، یک گراف نمایش داده خواهد شد. به عنوان مثال، اگر مدیر علاقه مند به شناسه کاربر "F4AE53F80۰۴۹۵۰" باشد و مایل باشد عملکرد روزانه خود را در مقایسه با عملکرد تخمین زده شده ببیند، آن گاه خروجی به صورت شکل ۷ خواهد بود. بنابراین مدیر می تواند روزهای گذشته را تا زمانی که داده ها در دسترس است ببیند. نمونه ای از چگونگی نمایش اطلاعات در زمان واقعی را می توان در چگونگی پایان شدن ناگهانی نمودار در شکل ۷ مشاهده کرد. مشکل این است که از آنجا که این برنامه بر نرم افزار ERP بالاتر متکی است، داده های مورد نیاز باید به عنوان یک فایل برای ذخیره سازی پایگاه داده فرستاده شوند که در آن جا از اطلاعات قابل استفاده دانلود و تجزیه خواهند شد. داده های تامین شده توسط نرم افزار ERP می تواند در انواع فرمت های مختلفی باشد که باید به صورت جداگانه مورد استفاده قرار گیرند. برای سادگی، ما فرض کرده ایم که اطلاعات در JSON است. این مانع از توانایی در زمان واقعی اطلاعات می شود و می تواند به معنی یک دانلود بزرگتر باشد، هنگامی که مجموعه داده ها بزرگتر می شوند، هرچند این کار بعد از چندین سال استفاده خواهد بود.

۴.۶ بحث و بررسی

رابط کاربری آندروید توسعه یافته در بالا که مبتنی بر ابر است از بسیاری از ویژگی های کلیدی MES پشتیبانی می کند. استفاده از تکنولوژی RFID، دیجیتالی نمودن منابع و ذخیره آنها در یک پایگاه داده را ساده تر می سازد. صفحه لیست کار، کارها را به ترتیب اولویت آنها نشان می دهد. این برنامه، جدول زمانی کارگر را سازمان دهی می کند و تضمین می کند که کارمند، بهینه ترین برنامه زمان بندی را دنبال می کند. هنگامی که کارگر شغل را می پذیرد، او از RFID برای اسکن کردن به منظور جمع آوری منابع استفاده می کند. هنگامی که یک منبع جمع آوری می شود، پایگاه داده در زمان واقعی به روز می شود. اضافه کردن ویژگی های ایمنی مربوط به شغل ایمنی کارگر را



به عنوان یک اولویت حفظ می کند. یک صفحه دستورالعمل برای صفحه نمایش یک روش دقیق مورد نیاز برای تکمیل کار گنجانده شده است و این کار پس از اینکه کارگر یک تحلیل کیفیت کار کامل را تکمیل کرد، نتیجه گیری می شود. استفاده از RecyclerView و ذخیره سازی Firebase به برنامه اجازه می دهد تا محتوای متنوعی مانند تصاویر، فیلم ها و فایل های صوتی را نمایش دهد. این رابط کاربری یک طراحی بسیار مدولار است که به شرکت اجازه می دهد تا اطلاعاتی را که به نظر آنها مهم است نمایش دهد.

۴. نتیجه گیری

این برنامه نرم افزاری، یک سیستم اجرایی ساخت و تولید هوشمند (MES) است که شرکت ها با اندازه کوچک و متوسط تولیدی (SME) را برای جمع آوری داده های دستی و کاغذی از اطلاعات مربوط به طبقه کارخانه و دارایی های اضافی را برای سرمایه گذاری در هزینه های مرتبط به طور کامل در ایجاد یک سیستم ERP هدف گرفته است. این مقاله به چندین جنبه مربوط به MES هوشمند فعال شده با IoT کمک می کند. اولاً با پیشنهاد یک RT-MES بسیار، که می تواند توسط کارگران و همچنین مدیران برای کاهش و پاسخ دقیق به پویایی طبقه کارخانه استفاده نمود. ثانیاً، استفاده از یک سرور ابر غیرمتمرکز، ارائه اطلاعات توسط چندین سیستم ERP در یک پایگاه داده را میسر می سازد. فعال کردن برنامه نرم افزاری پیشنهاد شده به صورت مادولار و سازگار با هر کسب و کار، خواه تا حدی از یک سیستم ERP استفاده کنند یا نکنند.

کار پیشنهادی آینده را می توان به دو مسیر متمایز تقسیم بندی کرد. اولاً تمرکز بر روی مدولار یا قابلیت تطبیق برنامه نرم افزاری که به دلیل محدودیت های زمان و هزینه و نیز دانش برنامه نویسی محدود به طور کامل پیاده سازی نشده است. این کار به فشردن سازی و ادغام اطلاعات ارائه شده توسط چند سیستم ERP نیاز دارد به طوری که کسب و کارها به ارائه دهندگان محدود نمی شوند. مسیر دوم بر جابجایی فقط از یک رابط تنها نرم افزار به سمت یک برنامه MES بیشتر وابسته به خود تمرکز می کند. تحقیقات بسیار بیشتری در این مسیر نیاز خواهد بود، زیرا



این امر به فرموله کردن مدل های ریاضی برای برنامه ریزی زمان واقعی و برنامه زمان بندی و مدیریت فرآیند نیاز دارد.

Reference

- [1] Caggiano, A., T. Segreto and R. Teti (2016). "Cloud Manufacturing Framework for Smart Monitoring of Machining." *Procedia CIRP* 55: 248-253.
- [2] Gao, R., L. Wang, R. Teti, D. Dornfeld, S. Kumara, M. Mori and M. Helu (2015). "Cloud-enabled prognosis for manufacturing." *CIRP Annals-Manufacturing Technology* 64(2): 749-772.
- [3] Liu, C. H. and R. Y. Zhong (2017). "Internet of Things for Manufacturing in the Context of Industry 4.0." *Transdisciplinary Engineering: A Paradigm Shift Advances in Transdisciplinary Engineering* 6(6): 1013-1022.
- [4] Qiu, X., H. Luo, G. Xu, R. Zhong and G. Q. Huang (2015). "Physical assets and service sharing for IoT-enabled Supply Hub in Industrial Park (SHIP)." *International Journal of Production Economics* 159: 4-15.
- [5] Qu, T., S. Lei, Y. Chen, Z. Wang, H. Luo and G. Q. Huang (2014). Internet-of-Things-Enabled Smart Production Logistics Execution System Based on Cloud Manufacturing. ASME 2014 International Manufacturing Science and Engineering Conference collocated with the JSME 2014 International Conference on Materials and Processing and the 42nd North American Manufacturing Research Conference, American Society of Mechanical Engineers.
- [6] Tao, F., Y. Cheng, L. Da Xu, L. Zhang and B. H. Li (2014). "CCIoT-CMfg: cloud computing and internet of things-based cloud manufacturing service system." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10(2): 1435-1442.
- [7] Tao, F., Y. Zuo, L. Da Xu and L. Zhang (2014). "IoT-based intelligent perception and access of manufacturing resource toward cloud manufacturing." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10(2): 1547-1557.
- [8] Wang, L. H., M. Törngren and M. Onori (2015). "Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing." *Journal of Manufacturing Systems* 37(Part 2): 517-527.
- [9] Yu, Y., Y. Yu, X. Wang, X. Wang, R. Y. Zhong, R. Y. Zhong, G. Huang and G. Huang (2017). "E-commerce logistics in supply chain management: Implementations and future perspective in furniture industry." *Industrial Management & Data Systems* 117(10): 2263-2286.
- [10] Zhong, R. Y., Q. Y. Dai, T. Qu, G. J. Hu and G. Q. Huang (2013). "RFID-enabled Real-time Manufacturing Execution System for Mass-customization Production." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 29(2): 283-292.
- [11] Zhong, R. Y., G. Q. Huang, S. Lan, Q. Dai, X. Chen and T. Zhang (2015). "A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data." *International Journal of Production Economics* 165: 260-272.
- [12] Zhong, R. Y., G. Q. Huang, S. L. Lan, Q. Y. Dai, T. Zhang and C. Xu (2015). "A two-level advanced production planning and scheduling model for RFID-enabled ubiquitous manufacturing." *Advanced Engineering Informatics* <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2015.01.002>.
- [13] Zhong, R. Y., S. Lan, C. Xu, Q. Dai and G. Q. Huang (2016). "Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics Big Data in Cloud Manufacturing." *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 84(1): 5-16.
- [14] Zhong, R. Y., X. Xu, E. Klotz and S. T. Newman (2017). "Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review." *Frontiers of Mechanical Engineering* 3(5): 616-630.
- [15] Zhong, R. Y., X. Xu and L. H. Wang (2017). "IoT-enabled Smart Factory Visibility and Traceability using Laser-scanners." *Procedia Manufacturing* 10: 1-14.
- [16] Liu, F. and Z. Miao. The application of RFID technology in production control in the discrete manufacturing industry. IEEE.
- [17] Chrysosouris, G., et al., Digital manufacturing: history, perspectives, and outlook. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 2009. 223(5): p. 451-462.
- [18] Rieback, M. R., Crispo, B., & Tanenbaum, A. S. (2006). The evolution of RFID security. *IEEE Pervasive Computing*, 5(1), 62-69.