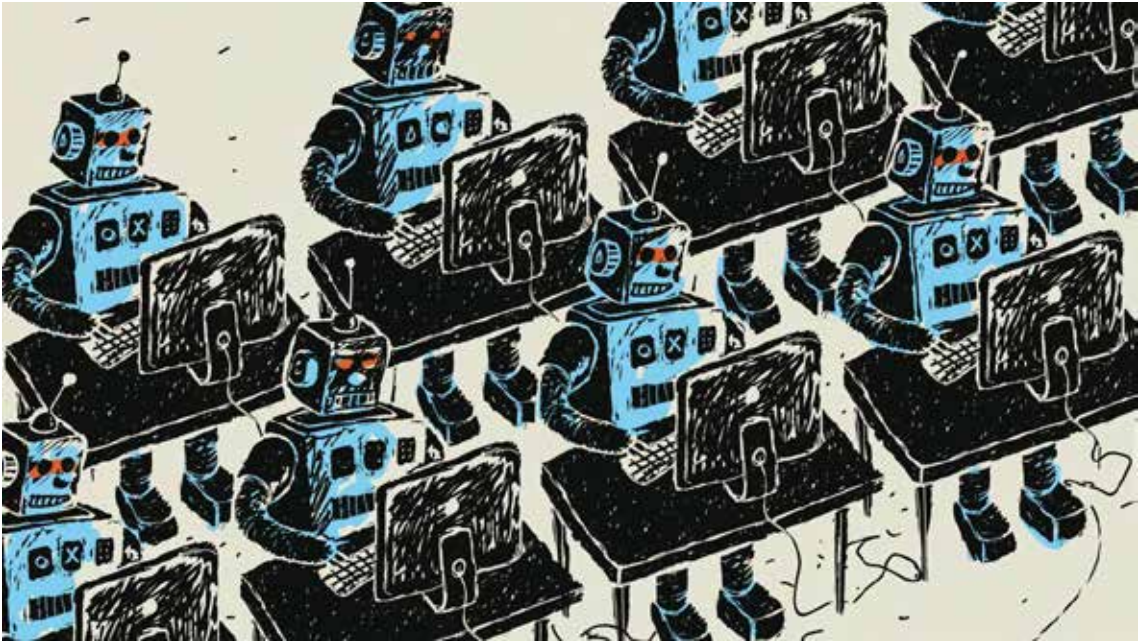




مؤسسہ کارآفرینان و نوابغ سعیدی
Saeedi Foundation for Elite Entrepreneurs
(SaFEE)



انقلاب صنعتی چہارم

(خلاصہ گزارش یک کارگاہ)



مؤسسه کارآفرینان و نوابغ سعیدی
Saeedi Foundation for Elite Entrepreneurs
(SaFEE)

این مقاله ترجمه‌ای است از

The Fourth Industrial Revolution: Proceedings of a Workshop –in Briefs,
Government–University–Industry Research Roundtable; Policy and Global
Affairs; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine,
<https://www.nap.edu/catalog/24699/the-fourth-industrial-revolution-proceedings-of-a-workshop-in-brief>

ترجمه محمد رضا بهاری

تاریخ ترجمه: ۱۳۹۶/۰۴/۱۰

تاریخ آخرین ویرایش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۰

درباره مقالات وبگاه مؤسسه کارآفرینان و نوابغ سعیدی

نوآوری و کارآفرینی و حمایت از نخبگان و صاحبان فکرهای بکر در تحقق بخشیدن به ایده‌های ارزشمند آنان - که مأموریت اصلی «مؤسسه» است - خواه‌ناخواه به عرصه‌هایی مثل مدیریت کسب و کار وصل می‌شود. مطالعه برای رسیدن به این اهداف مستلزم آشنایی هر چه بیشتر با مفاهیم مرتبطی مثل رقابت، کارآیی، راهبرد، مسئولیت، مخاطره، و بهره‌وری است.

به همین منظور است که ما مقالاتی - اعم از تحلیلی یا کاربردی - در این وبگاه می‌آوریم تا چکیده تجارب صاحب‌نظران و دست‌اندرکاران این امور را در اختیار مخاطبان علاقه‌مند بگذاریم.

فعلاً این مقالات و یادداشت‌ها را عمدتاً از دو منبع معتبر:

- Harvard Business Review
- Stanford Business

ترجمه می‌کنیم و در آینده منتظر دریافت مقالات مناسب - تألیف یا ترجمه - از مخاطبانمان خواهیم بود.

برای اطلاعات بیشتر به وبگاه www.safee.ir مراجعه کنید.

انقلاب صنعتی چهارم

(خلاصه گزارش یک کارگاه)

در روزهای ۲۵ و ۲۶ اکتبر ۲۰۱۶ «میزگرد پژوهش دولت- دانشگاه- صنعت» جلسه‌ای تشکیل داد تا «انقلاب صنعتی چهارم» و پیامدهایش را در تولید صنعتی و همچنین آثار محتمل اجتماعی و اقتصادی‌اش را بررسی کند. در این جلسه درباره همکاری میان بخش‌های دولت، دانشگاه‌ها، و صنعت هم، که برای پشتیبانی از تحولات نوظهور در فناوری‌های اساسی انقلاب چهارم - یعنی هوش مصنوعی، واقعیت مجازی و افزوده، و اینترنت اشیا- لازم است گفت و گو شد.

توماس فیلیک، عضو هیئت مدیره نشست‌های اقتصادی جهانی (WEF)، در روز اول درباره نکات اصلی سخنرانی کرد. انقلاب صنعتی چهارم موضوع بخش قابل توجهی از تحقیقات WEF در سال گذشته (نک. شکل ۱). سازمان اقتصاد جهانی در اکتبر ۲۰۱۶، مرکزی برای انقلاب صنعتی چهارم در سانفرانسیسکو افتتاح کرد که میزبان گفت و گوهای سیاست‌گذاری‌های چند سرمایه‌گذارانه خواهد بود؛ در این مرکز همچنین به موضوعات مرتبط با فناوری، جامعه، و ارزش‌ها پرداخته خواهد شد و تحقیقات کاربردی درباره آنها انجام خواهد گرفت.

انقلاب	سال	اطلاعات
۱ 	۱۷۸۴	بخار، آب، وسایل تولید مکانیکی
۲ 	۱۸۷۰	تقسیم کار، برق، تولید انبوه
۳ 	۱۹۶۹	الکترونیک، فناوری اطلاعات، خودکارسازی تولید
۴ 	؟	سامانه‌های کامپیوتری- فیزیکی

شکل ۱. به سوی انقلاب صنعتی چهارم؛ از سخنرانی توماس فیلیک در اکتبر ۲۰۱۶ در GURRI. منبع: توماس فیلیک، سازمان جهانی گفت و گوهای اقتصادی.

در توضیح اینکه چرا اجلاس جهانی نام این دوران تغییر و تحول را انقلاب صنعتی چهارم گذاشته است، فیلیک مروری کلی بر پیشرفت‌های فناوری و پیشرفت‌های اجتماعی حاصل از انقلاب‌های صنعتی پیشین ارائه کرد. انقلاب اول مبتنی بر بخار بود و به ماشین نخ ریس و صنعت راه آهن منجر شد. دومی معلول درک بهتری از الکترومغناطیس و شیمی بود و به تلگراف، تلفن، لامپ برق، صنعت عکاسی، اتومبیل، و پرواز با استفاده از نیروی پیشران‌ش انجامید. سومی - انقلاب دیجیتال - هنوز از طریق پیشرفت در قابلیت‌ها و مینیاتوری شدن قطعات کامپیوتری در حال تکامل است.

فیلیک گفت «دینامیک انقلاب صنعتی چهارم، که بر مبنای فناوری‌ها و زیرساخت‌های دیجیتالی شکل می‌گیرد، مستلزم تلفیقی از فناوری‌ها و نظام‌ها، ناخطیت، و ظهور دوباره حوزه‌های دیجیتالی در قلمروهای مادی و فیزیکی است. این تغییرات دارند موجب تغییرات چندسامانه‌ای می‌شوند. با فناوری‌های جدید - مثل چاپ سه بعدی، ردگذاری زیستی، هوش

مصنوعی، زنجیره یک‌جا، واقعیت مجازی، و واقعیت افزوده - به شدت تقاضاهایی به میان آمده و پرسش‌هایی درباره چگونگی استفاده از این فناوری‌ها مطرح شده است.»

دیدگاه نشست‌های اقتصادی جهانی (WEF) درباره فناوری‌های فعلی و آینده و تغییرات اجتماعی در بیانیه «چارچوب اصول مند برای چهارمین انقلاب صنعتی» آن آمده است. فیلیک چهار اصل مشخصه انقلاب صنعتی چهارم را توضیح داد.

- به نظام‌ها بیندیشید نه فناوری‌ها. تک تک فناوری‌ها جالب‌اند، اما چیزی که اهمیت دارد تأثیر نظام‌مند آنهاست. فناوری‌های پدیدار شونده، ارزش‌های اجتماعی و هنجارهای ما را به چالش می‌کشند؛ گاهی اثرهای مطلوب دارند ولی گاهی هم آثار نامطلوب به بار می‌آورند. انقلاب صنعتی چهارم آثار اجتماعی و فرهنگی دگرگون‌سازی بر گونه‌ها، بر سیاره زمین، بر ژئوپولیتیک، و بر اقتصاد جهانی دارد. فیلیک اظهار کرد که تولید و انباشت ثروت، که در این مرحله از نوآوری فناورانه حمایت می‌شود، ممکن است معارض تعهدات اجتماعی به دسترس‌پذیری، جامعیت، و عدالت باشد و نیاز به باز-آموزش بی‌وقفه کارکنان را ایجاد کند. به گفته فیلیک «هزینه‌های افزایش بهره‌وری غالباً به سرمایه‌گذاران، که در تحول فناوری مورد نظر دخیل نیستند، تحمیل می‌شود.»

- تقویت، نه تصمیم. WEF رهیافتی را به انقلاب صنعتی چهارم توصیه می‌کند که اصول اجتماعی موجود را محترم بشمارد. فیلیک گفت «مواجهه ما با فناوری و نظام‌های آن باید در جهت تقویت جامعه باشد و با عقاید جزمی و جبری مقابله کند، چنان‌که اعتبار جامعه و نمایندگانش حفظ شود. فناوری اجبار نیست؛ ما توانایی‌اش را داریم که به آن شکل بدهیم و چگونگی کاربردش را تعیین کنیم.»

- آینده با نقشه و نیت، نه به پیش فرض. جستجوی آینده‌ای بر مبنای نقشه مستلزم تسلط فعال است. حاکمیت انواعی دارد - حاکمیت افراد، دولت‌ها، جوامع شهروندان، و شرکت‌ها. فیلیک اظهار کرد که بی‌توجهی به مسائل حاد حاکمیت در بررسی انقلاب صنعتی چهارم به این معنی است که احتمالش هست جوامع موجب شوند که نیروهای غیردموکراتیک، بی‌هدف، و بالقوه مغرض آینده نظام‌های فناوری و تأثیر آنها بر مردم را تعیین کنند.»

- ارزش‌ها خصیصه‌اند، نه عیب و نقص. همایش سه ارزش اصلی را برای یک آینده موفق و معقول، در زمینه انقلاب صنعتی چهارم، با اهمیت دانسته است: حفظ منافع عمومی، فراهم شدن سرپرستی زیست محیطی چند نسلی، و حفظ اهمیت شأن انسان. فیلیک گفت «ارزش‌ها در نظام‌های فناوری نهفته‌اند، در مرحله‌ای از تصمیم‌گیری درباره اینکه چه چیزهایی ارزش دنبال کردن دارد. ممکن است از طریق فرهنگ‌های نظام‌یافته و با اولویت دادن به نتایج خاص و رفتارهای ارزشمند. در طراحی تولید نهفته باشند و از طریق ساختارهای قدرت - ارتش، دولت، و اتحادیه‌های کارگری - علامت‌گذاری شوند.» در پایان فیلیک گفت که حفظ ارزش‌ها، حمایت از حاکمیت مسئولانه، و ایجاد اقتصاد انعطاف‌پذیر و نظام‌های صنعتی آموزشی برای مراعات کردن این اصول، مستلزم رهبری سنجیده است.

ایجاد ارزش برای امریکا

اولین میزگرد در ۲۶ اکتبر به مدیریت کِنان جاربو، مسئول ارشد برنامه فرهنگستان ملی مهندسی (NAE)، به منظور بررسی فرصت‌های ایجاد ارزش در بافت ابزارهای دیجیتالی و توزیع شده نوظهور برای تولید بود. کیت وایتفوت از دانشگاه کارنگی ملون اولین سخنرانی را ایراد کرد؛ نگاهی کلی به گزارش تهیه شده به سفارش NAE با عنوان *ایجاد ارزش برای امریکا: شامل آینده صنعت، فناوری، و کار*. انگیزه این بررسی نگرانی‌های اعضای فرهنگستان درباره بی‌کاری بی‌سابقه تاریخی در بخش تولید صنعتی همراه با ظهور فناوری‌های جدید در صنعت بود. بررسی به منظور پیش‌بینی مسیری برای صنعت امریکا انجام شد.

وایتفوت توضیح داد که طبق تصمیم کمیته، بررسی جامع تولید صنعتی بدون در نظر گرفتن زنجیره ارزش - شامل تحقیق و توسعه، طراحی، و نرم افزار و خدماتی که در طی عمر محصول فراهم می‌شود - ممکن نیست. در این گزارش گفته می‌شود که زنجیره‌های ارزش دارند با فناوری‌هایی مثل ساخت افزودنی، رباتیک جمعی، و بسترهای دیجیتالی به کلی دگرگون می‌شوند. این فناوری‌ها نحوه توسعه و تولید سازندگان و ارائه محصولات و خدمات آنان به مشتریان را تغییر داده‌اند. به نظر وایتفوت «فناوری‌های نوظهور دارند فرصت‌هایی برای کسب و کار و نیروی کار در امریکا ایجاد می‌کنند، اما نگرانی‌های جدی‌ای مطرح است که بسیاری امریکایی‌ها از این تغییرات عقب مانده‌اند - به خصوص در مورد نیروی کار با مهارت‌های متوسط.»

گزارش/ایجاد/ارزش برای امریکا شامل بسیاری توصیه‌ها برای دولت، دانشگاه‌ها، و کسب و کارها است، که این توصیه‌ها در سه نکته خلاصه می‌شوند:

(۱) آموزش بدهید - با مشارکت یکدیگر نیروی کار امریکا را به مهارت‌هایی مجهز کنید که در پرتو تغییرات ناشی از انقلاب صنعتی چهارم بسیار مورد نیاز خواهند بود؛ (۲) همکاری کنید - بهترین عملکردها از مشارکت سازمان‌ها حاصل می‌شود. داده‌ها نشان می‌دهند که بین کسب و کارهای موفق و ناموفق گاف چشمگیری هست. هر تلاشی در جهت کاهش این فاصله منجر به توسعه اقتصادی و ایجاد شغل خواهد شد؛ و (۳) همگان شمول باشید - در بسیاری موارد، تنوع و استفاده از گروه‌های جورواجور به نفع نوآوری تمام می‌شود.^۱

وایتفوت در آخر حرف‌هایش مثال‌هایی آورد که چگونه فناوری‌های جدید می‌توانند کاری را که می‌شود در زنجیره‌های ارزش تولید صنعتی انجام داد تغییر بدهند، مثلاً، در مرکز تولید آینده در دانشگاه کارنگی ملون، او و همکارانش دارند راه‌های جدیدی برای طراحی و تولید قطعات صنعتی افزودنی فلزی پیدا می‌کنند و به طرف بهینه‌سازی شکل قطعات تا حد میکروساختار گام برمی‌دارند تا عملکرد خودشان را بهتر کنند.

سخنران بعدی ترزا کاتانچک - از LLC و عضو کمیته «بهترین عملکرد بنیادی برای ایجاد ارزش برای امریکا» NAE - روندهای جاری در داده‌های دیجیتالی و کاربردهای آن را مرور کرد. گفت «نه تنها داده‌ها دارد به طور نمایی رشد می‌کند بلکه تولیدش هم روز به روز جهانی‌تر می‌شود و به طرف بازارهای نوظهور می‌گراید. اما هر داده‌هایی هم مفید نیست. لازمه اینکه داده‌ها کاربردپذیر باشد این است که با متاداده مشخص شده باشد تا مناسب آن داده در فضا و زمان و رابطه‌اش را با اشیاء دیگر درک کنیم. در این نقطه در زمان، فقط ۲۵ درصد از داده‌ها برچسب متاداده خورده‌اند، و فقط ۲۵ درصد آنها از لحاظ هدف پربارند - یعنی برای زنجیره ارزش به راحتی دسترس‌پذیر و بالقوه دگرگون سازند. داده‌های نهفته در اینترنت اشیاء (IOT) فقط شامل سه تا چهار درصد این داده‌ها است.»

کُتانچک ادامه داد «۷۰ درصد داده‌ها را افراد تولید می‌کنند، اما بنگاه‌های اقتصادی نهایتاً در قبال تقریباً ۸۵ درصد از داده‌هایی که افراد فراهم می‌کنند وظیفه و مسئولیت دارند. ۴۰ درصد از داده‌ها نیاز به حفاظت دارد، ولی فقط در حدود ۲۰ درصد به نحو مناسبی حفاظت می‌شود.»

کُتانچک گفت «دنیا دارد از اولویت اتم‌ها، به طرف اولویت بایت‌ها می‌رود. شرکت‌هایی که پذیرفته‌اند که اول از روش‌های رایانه‌ای برای شناسایی هدف‌های جدید استفاده کنند و بعداً این دانش را در طراحی و یافتن راه‌حل‌ها به کار ببرند، برنده خواهند شد؛ آنها که چنین نمی‌کنند باقی نخواهند ماند. برای تصمیم‌گیری راهبردی در مورد چگونگی رسیدن به هدف‌ها، باید

1 National Academy of Engineering. 2015. Making Value for America: Embracing the Future of Manufacturing, Technology, and Work. Washington, DC: The National Academies Press.

به چهار Vی شناخته شده داده‌ها بپردازیم -حجم (Volume)، سرعت (Velocity)، تنوع (Variety)، و صحت (Veracity) - تا بتوانیم در مورد آنچه می‌خواهیم انجام بدهیم تصمیم‌های مؤثر بگیریم.»

کُتانچک با اشاره به گفته‌های وایتفوت دربارهٔ نیاز به دگرگونی نیروی کار، پیشنهاد کرد که این عرضهٔ رشدیابنده و اعتماد به داده‌ها مستلزم آن است که سیاست‌گذاران، کارفرمایان، و آموزش‌دهندگان فکر کنند که چگونه نسل آیندهٔ کارکنان - همهٔ کارکنان نه فقط متخصصان کامپیوتر - قابلیت‌های رایانشی را کسب و از آنها استفاده خواهند کرد. کُتانچک با اشاره به اهمیت مشارکت کالج‌ها، بنگاه‌های تجاری، و مدارس ناحیه‌ای در کمک به فارغ‌التحصیل شدن و ادامه تحصیل دانشجویان گفت: «بنگاه‌ها باید برنامه‌های کارآموزی‌ای تدارک ببینند که کارکنان را برای تأکید مدام بر کسب مهارت‌ها، در تمام بخش‌های جامعه، آماده کند.»

اینترنت اشیای صنعتی و تحلیل پیشرفته

میزگرد بعدی به مدیریت جک هو از دانشگاه میشیگان به بحث دربارهٔ اینترنت اشیاء اختصاص داشت و با سخنرانی راب ایوستر از ادارهٔ تولید صنعتی عالی در وزارت انرژی (DOE) آغاز شد. ایوستر سنجش بهره‌وری انرژی از لحاظ اهمیت با سنجش مصرف انرژی را در صنعت برابر در نظر می‌گیرد، که موجب افزایش بهره‌وری صنعتی امریکا از دیدگاه انرژی‌یابی می‌شود. DOE فصل‌نامه‌ای به اسم گزارش فناوری منتشر می‌کند که شامل شناسایی فناوری‌های اصلی‌ای است که انتظار می‌رود در برآوردن نیازهای انرژی کشور سهمی داشته باشند، و فصلی از آن هم به تولید صنعتی اختصاص دارد.

بنا به گفتهٔ ایوستر پیشرفت فناوری‌ها در صنعت به شدت در هم تنیده و پیچیده است. هدف دفتر تولید صنعتی پیشرفته، که یک ادارهٔ پژوهش‌های کاربردی در DOE است، دستیابی به رشته‌ای از نوآوری‌ها است طوری که ساخت محصولات مربوط به انرژی مثل سلول‌های خورشیدی و توربین‌های بادی و همچنین محصولات غیرانرژی‌یابی، مثل آنهایی که در بخش حمل و نقل یا به طور کلی در صنعت به کار می‌گیرد، براساس رقابتی در امریکا ممکن باشد. AMO این راهبرد را برای تولید صنعتی داخلی به کار می‌گیرد: (۱) همکاری فنی، که عمدتاً متمرکز بر اشاعهٔ اطلاعات برای اقتباس از فناوری‌های جدید و کمک به تولیدکنندگان کوچک و میانی در تصمیم‌گیری است؛ (۲) سرمایه‌گذاری در پروژه‌های R&D؛ و (۳) تسهیلات R&D، که معطوف به ائتلاف و همکاری‌های مقطعی بنگاه‌های دولتی و خصوصی برای بررسی مسائل مشترک است.

دفتر تولید پیشرفته (AMO) حضور با اهمیتی در یک رشته مؤسسات به نام «ایالات متحدهٔ صنعتی» دارد که قبلاً شبکهٔ ملی نوآوری صنعتی نامیده می‌شد. برای حمایت از گذاری به تولید صنعتی پیشرفته، مؤسساتی که گفته شد متکی به فناوری‌های IOT اند که دارند فرصت‌های جدیدی فراهم می‌کنند. مثلاً، پاور امریکا^۲، که سازمان مرکزی‌اش در دانشگاه ایالتی کارولینا مستقر است، به ساخت نیم‌رساناهای با گاف نوار پهن برای صنایع الکترونیک قدرت، با قیمت‌های رقابتی، پرداخته، که در آنها از موادی استفاده می‌شود که در دماها و ولتاژهای بالاتری کار می‌کنند و افت قدرتشان در مقایسه با سیلیکون نصف است. یکی دیگر، مؤسسهٔ «صنعت هوشمند انرژی پاک»، در نظر دارد با به کارگیری فناوری‌های تولید صنعتی هوشمند، شامل حسگرها، واپایشگرها، و بسترهای پیشرفته، و با ابزارهای مدل، بهره‌وری انرژی را ۵۰ درصد بیشتر کند، هزینه‌های نصب سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای تولید صنعتی هوشمند را ۵۰ درصد پایین بیاورد، و بازده کلی انرژی‌یابی را ۱۵ درصد بالا ببرد. سخنران بعدی هومرا مالیک بود، از مؤسسهٔ Dat-uh که بستر تحلیل متمرکز بر خودکارسازی داده پژوهی است. اینها مجموعه داده‌های خیلی بزرگ را از بخش عملیاتی می‌گیرند، در بستر می‌گذارند، ساخت مدل‌های پیش‌بینانه را خودکار می‌کنند و یادگیری مدام مدل را فعال می‌کنند. Dat-uh با تولیدکنندگان بزرگ جهان کار می‌کند، که بسیاری‌شان در اروپا هستند.

«در امریکای شمالی، تولیدکنندگان بزرگ تقریباً هفت تریلیون دلار خرج کرده‌اند تا دستگاه‌های قدیمی را با حسگرهایی عوض کنند که امکان می‌دهند سامانه‌ها با هم صحبت کنند، اما این سرمایه‌گذاری به آنها کمک می‌کند که فقط از حدود یک درصد از داده‌های عملیاتی‌شان در تصمیم‌گیری‌های تجاری استفاده کنند. اینها چطور می‌توانند پیشگام استفاده از ۹۹ درصد باقیمانده باشند، که فرصت عظیمی است؟»

مالیک گفت «بازار اروپا پیشگام تولید دیجیتال و خودکار است. آنها استانداردها را به کار گرفته‌اند و راهبردهایی برای دیجیتالی کردن همه دارایی‌هایشان برای ۵، ۱۰، و ۲۰ سال آینده تدوین کرده‌اند - که امکان می‌دهد از آن ۹۹ درصد استفاده کنند. CEO ها در تولید صنعتی در امریکا، برای حل مسائل‌شان به تحلیل‌های پیشگویانه و کارخانه‌های هوشمند چشم دوخته‌اند، اما در بررسی سامانه‌هایشان متوجه می‌شوند که برای این کارها آمادگی ندارند و تا پنج سال دیگر هم نخواهند داشت.»

مالیک گفت «عملی کردن تحلیل‌های پیشرفته وقتی خوب جواب می‌دهد که به کارگیری استانداردها موجب کاهش هزینه‌های کسب و کار شود، و این معمولاً به دو طریق محقق می‌شود. اولی وقتی است که تولیدکنندگان در نظر دارند دارایی‌هایشان را بهینه کنند. Dat - uh می‌تواند کمک‌شان کند تا طول عمر دارایی‌هایشان را افزایش و هزینه‌های نگهداری را ۵۰ درصد کاهش بدهند. دومی از طریق بهینه‌سازی فرایند است، از طریق تحلیل پیش‌گویانه برای کاهش هزینه‌ها تا میزان ۳۰ درصد.»

مالیک اظهار کرد که تولیدکنندگان کوچک و میانی معمولاً اشتیاقی برای اتخاذ این فناوری‌ها ندارند، چون می‌ترسند که داده‌هایشان در اختیار دیگران قرار بگیرد. می‌گوید که بعضی تولیدکنندگان مترقی در امریکا - معمولاً تولیدکنندگان بزرگ - که از این فناوری‌ها استقبال می‌کنند و مفهوم و منافع آنها را درک می‌کنند، در این کار موفق بوده‌اند.

سخنرانی دیگر را دیمتری گورینوسکی از دانشگاه استنفورد ایراد کرد. او گفت «انقلاب اینترنتی تا حالا بر مرتبط کردن مردم با همدیگر متمرکز بوده است، و کار تازه‌اش ارتباط دادن ماشین‌ها به همدیگر است. متصل کردن مردم احتمالاً ۱۰ تا ۱۵ درصد کل اقتصاد است و باقی‌اش اتصال ماشین‌هاست. بنابراین، مرحله پیشاینده انقلاب صنعتی چهارم ممکن است بالقوه تأثیر بسیار بزرگتری از انقلاب اینترنتی بر اقتصاد داشته باشد.»

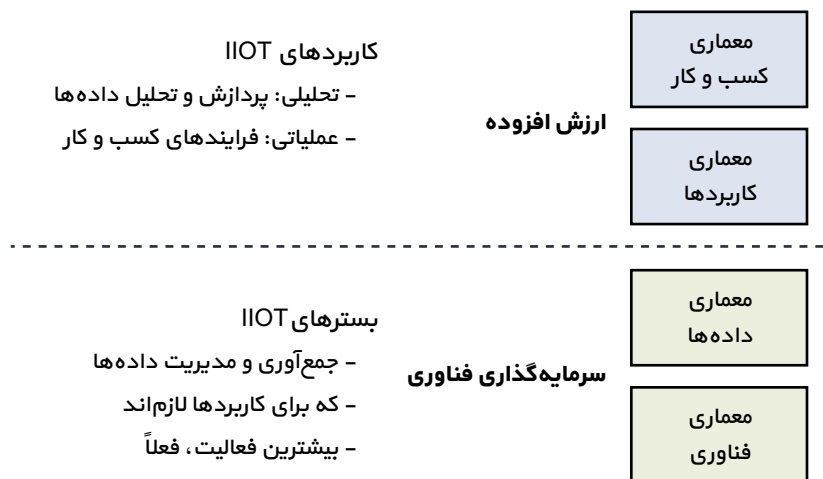
گورینوسکی اضافه کرد «در مورد تعامل ماشین‌ها، تنها یک سطح از کاربرد تحلیل در کار نیست بلکه یک دسته تحلیل مطرح است (نک. شکل ۲). پایین‌ترین لایه این دسته شامل واپایش و بهینه‌سازی است. سامانه‌های رایانه‌ای که کارخانه‌های صنعتی را راه می‌برند فناوری عملیاتی (OT) نامیده می‌شوند، و اینها شبکه‌های بسیار ایمنی هستند. در بالای OT فناوری (IT) واقع شده است، که شامل چیزهایی مثل کامپیوترهای رومیزی، رایانش ابری، و نرم‌افزارها است، که سطح حساسیت‌شان پایین‌تر است. انقلاب متقدم تر اینترنتی در جناح IT اتفاق افتاده است. اما حالا در واقع داده‌ها از جناح OT جمع‌آوری می‌شوند و این همان جایی است که عمل IIOT در حال وقوع است.»



شکل ۲. دسته تحلیل IIOT، از گزارش گورینوسکی، ۲۶ اکتبر ۲۰۱۶. منبع: گورینوسکی، میتیک انالیتیک.

گورینسکی مثال‌هایی از کار با صنعت در دانشگاه استنفورد در شرکتش، میتک انالیتیک، آورد که شامل پروژه‌هایی با ناسا، نیروی هوایی آمریکا، و خطوط هوایی برای استفاده از «دوقلوی دیجیتالی عملیاتی» در هواپیما یا موتوری است که در طی زمان تکامل می‌یابد. دوقلوی دیجیتالی، همراهان کامپیوتری دارایی‌های فیزیکی اند که می‌شود به منظورهای مختلفی به کارشان گرفت. شرکت‌ها علاقه‌مند به یادگیری داده‌هایی برای بهبود فرایندهای نگهداری پیشگویانه برای سوخت، انرژی، و بازدهی نظارت بر سیاهه موجودی‌ها هستند.

گورینسکی مروری کلی هم بر معماری استاندارد بنگاه‌های اقتصادی در کاربرست فناوری IOT داشت؛ این معماری چهار لایه دارد (نک. شکل ۳). بنا به گفته‌های او دو لایه زیرین - معماری فناوری و معماری داده‌ها - معرف بسترنند. این دو لایه داده‌ها را جمع‌آوری و تدوین و رایانش را سازماندهی می‌کنند. این بسترها برای کاربردها ضروری اند و به عنوان مبنایی عمل می‌کنند برای بخش اعظم انتقال نوآوری‌ای که تاکنون در شرکت‌های بزرگ و «سیلیکون ولی» صورت گرفته است. دو لایه بالایی - کاربردهای IOT شامل تحلیل، و فرایند کسب و کار - در جایی اند که ارزش افزوده برای کاربران نهایی قرار دارد. اما به نظر گورینسکی، روی کاربردهای IOT با تأثیرهای تجاری - یعنی این دو لایه بالایی - کار چندان نشده است.



شکل ۳. نمایش معماری بنگاه اقتصادی، از گورینسکی، ۲۶ اکتبر ۲۰۱۶.

سامانه‌های دیجیتالی - فیزیکی

میزگرد بعدی به مدیریت استیو کراس از مؤسسه فناوری جورجیا برگزار شد و به بررسی سامانه‌های دیجیتالی - فیزیکی اختصاص داشت. اولین سخنرانی آل ویورینگ از مؤسسه ملی علم و فناوری (NIST) بود. او به بعضی فناوری‌های صنعتی پیشرفته جالب و دگرگون‌ساز، که دارند عملیاتی و به هم نزدیک می‌شوند، از جمله چاپ سه بعدی، تحولات در خودکارسازی، «همه چیز» مدل بنیاد دیجیتالی، و پیشرفت‌هایی در مواد اشاره کرد و گفت «با ورود این فناوری‌ها پرسش‌های بسیاری مطرح می‌شود: آیا فناوری همان کاری را می‌کند که قرار است بکند؟ عملکرد فناوری را چگونه باید سنجید و بهتر کرد؟ چگونه می‌شود مطمئن شد که این مؤلفه‌های فناوری‌های متفاوت می‌توانند همراه با هم حتی‌الامکان پیوسته و یکدست عمل کنند؟»

آزمایشگاه‌های NIST با استفاده از علم اندازه‌گیری، استانداردهای عملکرد، و معیارهای کاربری بینابینی برای حصول نوآوری و کاهش مخاطره ناشی از اتخاذ تولید هوشمند فناوری‌های جدید، به بررسی این نوع پرسش‌ها می‌پردازند. ویورنیک گفت «فقط این نیست که ما در آزمایشگاه مان نشستیم؛ تدوین استانداردها در ایالات متحده عمدتاً متکی بر فعالیت‌های

بخش خصوصی است، و بنابراین NIST هم با صنعت و هم با دانشگاه‌ها کار می‌کند. NIST سنج‌های عملکرد، روش‌های اندازه‌گیری و آزمون، و ابزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی فراهم می‌کند - و اینها زیرساخت‌هایی است که به کمک آنها فناوری‌ها از مرحله پژوهش به مرحله عمل انتقال می‌یابند.»

این دفتر تلاش‌هایش را بر ایجاد موارد استفاده برای سنجش استانداردها در فناوری‌های سامانه‌گرا و بر دو حوزه شکافنده فناوری تولید صنعتی متمرکز کرده است: سامانه‌های رباتی، و تولید افزودنی. NIST برنامه‌ای در مورد سامانه‌های تولیدی هوشمند و طراحی آنها دارد، که مبتنی است بر معماری‌های خدمات‌گرا، روش‌های مدل‌سازی برای تولید هوشمند، سنجش عملکرد در حین عملیات، و تحلیل داده‌ها. بعضی از پروژه‌های برنامه‌ریزی و واپایش شامل نگهداری هوشمند، امنیت فرمانشی (سایبری)، بی‌سیم صنعتی، «ریسمان دیجیتالی» برای تولید هوشمند، و یکی‌سازی تحلیل سامانه‌ای است.

در فعالیت‌های دیگر آزمایشگاهی NIST به علوم اندازه‌گیری برای تولید افزودنی، و به عملکرد فناوری‌های خودکار در تولید پیشرفته پرداخته می‌شود. NIST دارد روی فناوری‌های رباتی جدیدی تحقیق می‌کند که می‌شود به ایمنی در مجاورت انسان به کارشان گرفت، برای وظایف جدید چابک‌تر و قابل انطباق‌ترند، با عدم قطعیت‌های محیط سرو کار دارند، و در محیط‌های تولیدی کوچک و متوسط عمل می‌کنند.

تام مک درموت، از مؤسسه نوآوری تولید دیجیتالی و طراحی (DMDII)، که یک مؤسسه خصوصی - دولتی برای همکاری با صنعت و دانشگاه و شرکای دولت به منظور افزایش رقابت در تولید صنعتی آمریکا از طریق فناوری‌های دیجیتالی است، هدف DMDII را چنین بیان کرد: می‌خواهد سازمان ممتازی باشد در جهان برای دیجیتالی کردن داده‌ها در تمام فرایندهای چرخه عمر تولید، و تلفیق آن برای تصمیم‌گیری بهتر. DMDII پنجاه پروژه دارد، که امروز شصت درصد آنها در دست اجرا هستند، و حوزه‌های مورد توجه آن طراحی تولید و ایجاد «کارخانه آینده» است. مثلاً، یکی از پروژه‌ها داده‌هایی برای طراحان فراهم می‌کند تا بتوانند اثرهای طرح خودشان را بر فرایند ساخت و تولید ببینند، که موجب می‌شود از پیگیری داده‌های بی‌حاصل اجتناب کنند. پروژه دیگر درباره دستورالعمل‌های واقعیت افزوده است. مک درموت گفت «برای پیشرفت، DMDII باید جایی پیدا کند که در آن هم این پروژه‌ها بتوانند تلفیق و با هم دیده شوند.»

یکی از نقش‌های DMDII تسهیل همکاری‌های چند جانبه است. اگر شرکتی مسئله‌ای دارد و شرکت‌های دیگر یا راه‌حلی دارند و یا به موضوع علاقه‌مندند، می‌توانند به راحتی گردهم بیایند و با هم برای حل مسئله کار کنند، و بعد از آنکه مشکل رفع شد از هم جدا بشوند و با شرکت‌های دیگر درباره مسائل دیگر فعالیت کنند. یک قابلیت اصلی DMDII این است که چارچوب حقوقی مشترکی برای قواعد درگیری برای سهامداران چند جانبه پیش از وقت فراهم می‌کند.

مک درموت اضافه کرد «دریافته‌ایم که کافی نیست عملیات خودمان را به بعضی سطوح آمادگی فناوری محدود کنیم. باید مطمئن شویم که کسی آنجا هست که نتایج کارمان را تحویل بگیرد و پیش ببرد. این ملاک تعیین‌کننده ما است: آیا در کار ساخت در جایی از آمریکا از این فناوری استفاده می‌شود؟ آزمون مقدماتی هم کافی نیست؛ لازم است که فناوری را به کار بگیریم.» DMDII به نیمه‌های توافق همکاری پنج ساله‌اش رسیده، و مک درموت از درس‌هایی یاد کرد که تا حالا گرفته است: (۱) ساخت و تولید دیجیتالی مبهم است و تعریف روشنی ندارد. کمک به مردم تا بفهمند که ساخت دیجیتالی چیست و چگونه می‌تواند در بهسازی عملیات کمکشان کند جزء ضروریات سازمان ماست. (۲) سرعت مهم است؛ یا نوآوری در فناوری‌های دیجیتال خیلی سریع اتفاق می‌افتد. (۳) همکاری‌های چندجانبه برای رسیدن به راه‌حل‌های نوآورانه ضرورت دارد. (۴) بر DMDII واجب است که مسئله «دره مرگ» در فناوری‌های ساخت دیجیتالی را واقعاً حل کند - نه اینکه آن را صرفاً به عامل دیگری در زیست‌بوم محول کند. (۵) اعضای DMDII خواستار راهنمایی برای تلفیق فناوری‌های جدید در یک مقیاس هستند.

سخنران بعدی بیل انیل از زیمنس بود - شرکتی جهانی که دفتر مرکزی اش در آلمان است. انیل در یک مرکز عالی کار می‌کند که هدفش کمک به ایجاد تغییر چشمگیر در سازندگان امریکایی است تا از حالت فعلی و گاهی راکدشان دریابند و به حالت آینده هیجان‌انگیز برسند.

به گفته انیل «تصویر یک آینده تولید صنعتی اینترنتی-فیزیکی در دو ناحیه مطرح می‌شود. یک ناحیه سراسر است: در بالا چه کار متفاوتی می‌توانیم انجام بدهیم تا شجاعت و پیشگامی در صنعت در امریکا را ترغیب کنیم؟ ناحیه دیگر «ته» است، که به افراد جوان مشغول در صنعت اشاره دارد: باید چه کار کنیم تا کمکی به توسعه نیروی کار باشد؟»

انیل گفت «همچنان که سخنرانان قبلی گفته‌اند، نیروهای فناوری دارند صنعت را دگرگون می‌کنند - نحوه تولید محصولات و تکامل آنها از طریق تحلیل داده‌ها را تغییر می‌دهند. زیمنس توجه‌اش را به ترکیبی از خودکارسازی پیشرفته و ساخت افزودنی معطوف کرده است، به منظور بنای ساختارهای بزرگ به روش‌هایی که قبلاً ممکن نبوده است.»

انیل همچنین نظر زیمنس درباره زنجیره ارزش را هم توضیح داد «امروزه همه عناصر زنجیره ارزش بی‌ارتباط و ناهمخوان‌اند. راه حل مشکل این است که آنها را از طریق یک نخ دیجیتالی سازمان بدهیم و با هم رشته کنیم تا عواملی که موجب خطا یا تأخیر می‌شوند - مثلاً، طراحی تولید را تغییر می‌دهند - از میان بروند. چون در این صورت همه چیز در قالب یک سامانه منسجم است که یکپارچه عمل خواهد کرد. رهیافت کل‌گرایانه امکان می‌دهد که دوقلوی دیجیتالی تمامی زنجیره ارزش را - از آغاز تا به کارگیری - بسازیم. اطلاعات حاصل از تحلیل داده‌ها به مدل دیجیتالی پس‌خورانده می‌شود، و تغییراتی به محصول اعمال می‌کند، که بعد موجب تغییراتی در فرایند می‌شود.»

آخرین سخنرانی به عهده پال دیویس از شرکت بوئینگ بود که تخصص‌اش در دیداری سازی واقعیت افزوده در تولید صنعتی است. واقعیت افزوده (AR) که انسان چطور به اطلاعات دست پیدا می‌کند و چطور با دنیای دیجیتالی مرتبط می‌شود.

دیویس گفت «سی سال پیش ما باید می‌رفتیم برای اطلاعاتی که می‌خواستیم نوبت می‌گرفتیم. بعدش از دادگان‌های کتابخانه‌ای استفاده می‌کردیم. بعد موتورهای جستجوی ابتدایی مثل آلتاویستا، و بعد از آن گوگل با جستجوی زبان طبیعی را به کار می‌گرفتیم. و حالا به تلفن هوشمندمان رسیده‌ایم. تمام این وسیله‌ها با پرده‌ای به دو بخش تقسیم می‌شوند. محتوای دیجیتالی در یک طرف این پرده است و ما در طرف دیگر. واقعیت افزوده وسیله بعدی برای انتقال اطلاعات دیجیتالی به دنیای واقعی خواهد بود. AR هر آن چیزی است که وقتی دارید صحنه‌ای را تماشا می‌کنید بخشی از آن واقعی و بخشی مجازی است. در ساخت و تولید، AR اکثراً در طرف دنیای واقعی است؛ کاربر بخشی از مجتمعی را که دارد می‌سازد و صحنه‌ای در ته را، با دستورالعمل‌های کار، می‌بیند.»

دیویس گفت که دستیابی به این هدف دشوار است و چالش‌های دیگری غیر از چالش‌های فنی - مانند الزام امنیت داده‌ها، ایمنی، و آمادگی فرهنگی - هم مطرح‌اند. AR به مردم کمک خواهد کرد که آموزش‌ها را بهتر به خاطر داشته باشند، و به انتقال دانش «استاد شاگردی» از استاد مکانیک به شاگردها کمک خواهد کرد. همه این اصلاحات در کاهش هزینه ساخت و افزایش کیفیت ساخت مؤثر خواهند بود.»

به نظر دیویس شواهد خوبی برای حمایت از این رویه وجود دارد، و به کاری اشاره کرد که در آن بوئینگ با همکاری دانشگاه ایالتی آیووا به بررسی راه‌های ارائه دستور کار و تأثیر آن در کیفیت و برنامه‌زمان‌بندی پرداخته بود، معلوم شد کارکنانی که دستورالعمل از طریق تبلت واقعیت افزوده دریافت می‌کنند نسبت به آنهایی که با کامپیوتر رومیزی یا تبلت به آن دسترسی دارند خطاهایشان کمتر است و منحنی یادگیری کوتاهتری دارند.

او به توصیف نقش‌هایی پرداخت که همکاران دولتی، دانشگاهی، و صنعتی می‌توانند در پیشبرد این فناوری ایفا کنند: صنعت باید تلاش سختی برای نسل بعدی این فناوری به عمل بیاورد و از آنها حمایت مالی کند؛ دانشگاه‌ها باید با صنعت در توسعه فناوری رده پایین شریک شوند؛ لازم است دولت راه را باز کند و نظارت را کاهش بدهد. این سه نهاد باید به اتفاق هم روی دره مرگ پلی بزنند و این فناوری‌ها را از مرحله پژوهش به مرحله کاربرد برسانند.

مرز تکنولوژی انسانی

میزگرد آخر به مدیریت تیلک اگرولا، همکار سابق IBM، به موضوع مرز فناوری انسانی پرداخت. این میزگرد با سخنرانی فی کوک از بنیاد ملی علوم (NSI) آغاز شد، که درباره مرزهای فناوری انسانی صحبت کرد. کوک گفت «ما در نقطه دگرگونی هستیم - هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، اینترنت اشیا، و بسیاری چیزهای دیگر. این تحولات نحوه تولید کالاها، ارائه خدمات، و مشارکت با همکارانمان را تغییر خواهند داد.» کوک سه ناحیه موضوعی را برشمرد که در آنها قرار است SNF به پژوهش کمک کند: (۱) تحقیقات برای درک منافع و همچنین مخاطرات فناوری‌های جدید؛ (۲) سرمایه‌گذاری برای توسعه فناوری‌هایی که زندگی مردم را در محل‌های کار آینده غنی می‌کنند و بازده محل کار، بهره‌وری کار، و توسعه اقتصادی را بالا می‌برند؛ و (۳) منابعی برای حمایت از آموزش و یادگیری تمام عمر نیروی کار آینده.

کوک گفت «بیباید محیط کار آینده را تصور کنیم. این یک همکاری بین انسان‌ها، ماشین‌ها، و فضای اینترنتی خواهد بود. انسان‌هایی که با فناوری‌های هوشمندی کار می‌کنند که می‌توانند نیازهایمان را بشناسند، انبوهی از داده‌ها را ترکیب یا تحلیل کنند، و بعد برای بهبود ساخت و تولید پاسخ مناسب بدهند، خدمات فراهم کنند، و کار گروهی را ممکن کنند. این ممکن است یک فضای واقعی فیزیکی باشد یا ممکن است یک محیط کار مجازی باشد که در آن همگی ما از داده‌های دور و بی‌سیم با هم تعامل داریم.»

به نظر کوک، درک برهم کنش‌های انسان و فناوری یعنی اینکه ما چه تأثیری بر فناوری داریم و فناوری چه تأثیری بر ما دارد - یک عامل مهم برای بهینه‌سازی عبارت از محل کار در آینده است. دوم اینکه ضروری است سامانه‌هایی ایجاد کنیم که طراحی شده و بهینه‌اند و مدام برای انسان سازگار می‌شوند. و سوم، با توجه به سرعت تغییرات فناوری، آموزش مداوم و یادگیری مداوم برای موفقیت نیروی کار در محل کار جدید بسیار اهمیت دارد. کوک اظهار کرد «برای نیل به این مقصود، باید چارچوبی برای پژوهش کاربردی در تمام زمینه‌ها مثل ساخت و تولید پیشرفته، مراقبت بهداشتی، و محیط یادگیری فراهم کنیم، و همچنین اساس آن را تدارک ببینیم که همان بنیادهای پژوهشی در هوش مصنوعی، سامانه‌های اینترنتی انسانی و فیزیکی؛ و آموزش و یادگیری نظام‌مند، و علوم و فناوری اجتماعی و محیطی خواهد بود.»

کوک درباره همکاری موردنظر که NSF آن را برای رسیدن به هدف‌های آینده ضروری می‌داند صحبت کرد و گفت که اینها درست همان مشارکت‌هایی‌اند که GUIIR می‌خواهد برقرار کند. صنعت حجم عظیمی از پژوهش به منظور توسعه فناوری مفید برای نیروی کار را به عهده دارد؛ در دانشگاه‌ها در کار پژوهش و آموزش در همه رشته‌ها هستند؛ کارگزاری‌های دولتی منابع مالی برای پژوهش‌های بنیادی و کاربردی را تأمین می‌کنند.

لری سوییت از مؤسسه فناوری جورجیا نفر بعدی بود و درباره آینده فعالیت‌های جمعی تولید خودکار صحبت کرد. سوییت حرف‌هایش را با نقل پیش‌بینی مک کینزی و شریک آغاز کرد که گفته‌اند استفاده از روبات صنعتی در ده سال آینده رشد سالانه‌ای برابر با ۱۰ درصد یا بیشتر خواهد داشت، یعنی دو یا سه برابر بیشتر از آنچه در دو دهه گذشته بوده است.

سوییت از همکاران همه‌پرسی‌ای بوده که در آن از ۲۰۰ شرکت - بزرگ و کوچک و متوسط - پرسیده شده است که انتظار دارند از پنج یا ده سال آینده چه چیز عایدشان شود. خوشبختانه ۹۰ درصد از پاسخ‌دهندگان به خودکارسازی (روباتیک) در خدمت رشد کسب و کار پرداخته‌اند، نه به صرفه‌جویی در نیروی کار. به نظر آنها خودکارسازی اوضاع را انعطاف‌پذیرتر می‌کند و امکان می‌دهد که محصولات متنوع‌تر و سفارشی‌تری تولید کنند. به گفته سوییت «آنها گمان می‌کنند که تولیدشان بالقوه ۳۰ تا ۵۰ درصد رشد خواهد کرد، و این رشد بزرگی به نظر می‌رسد. اما من شخصاً در پروژه‌هایی با این میزان رشد درگیر بوده‌ام.»

اکثریت بزرگی از کاربردهای جمعی و مشترک روبات‌هایی که تاکنون مستقر شده‌اند، عملیات ترتیبی‌اند - روبات و شخص عملاً از هم جدا هستند و سپری بین آنها هست، چنانکه اگر یکی از آنها کارش را متوقف کند، دیگری نمی‌تواند به کار خودش ادامه بدهد.

سوییت گفت «بیشتر مردم فکر می‌کنند که روبات‌های شرکت‌کننده در کار، ماشین‌های خودکار ایمن برای انسان‌اند، یعنی نمی‌توانند به انسان آسیب جسمی وارد کنند. انسان و روبات بالقوه خواهند توانست با هم کار کنند، طوری که هر یک نقش و منظور دیگری را می‌فهمد و به آن اعتماد می‌کند و راه‌هایی برای «گفت و گو» و ارتباط دارند. این نوع مشارکت و همکاری فعلاً در مرحله پژوهش است، اما کلید اصلی برای دستیابی به توانایی‌های فناوری‌های جدید خواهد بود.» و در آخر سخنانش راجع به انتقال فناوری سخن گفت و تأکید کرد که این فناوری مستلزم آن است که نوآوران و فناوران پا به پای هم و به اتفاق متخصصان انتقال فناوری کار کنند، تا لازمه‌های محیط عملیاتی را واقعاً دریابند.

سخنران آخر این میزگرد الیزابت بارون از شرکت خودروسازی فورد بود که درباره «محیط خاص اتومبیل» (Five) صحبت کرد. این محیط فضایی مجازی در فورد است که با اتومبیل‌های مجازی با اندازه واقعی «پرسیده» است. مهندسان «کلاه» مخصوص به سر می‌گذارند و اتومبیل را واری و ارزیابی می‌کنند، درست مثل اینکه در نمایشگاه اتومبیل باشند. این کلاه به آنها امکان می‌دهد که طراحی، جزئیات، ساخت و نحوه نگهداری اتومبیل را بررسی و ارزیابی کنند و همچنین عوامل برهم‌کنش انسان و ماشین را - که همگی‌شان کلاً با هم به عنوان بخش‌های فرایند تولید محصول دیده می‌شوند. بارون گفت «این یک ابزار جهانی است که امکان می‌دهد کارکنان از دور با اتومبیل ارتباط داشته باشند و از صحت مراحل فرایند ساخت آن مطمئن شوند. مهندسان می‌توانند انواع دیگری را هم شبیه‌سازی کنند - به این منظور دور صفحاتی می‌چرخند که اتصال اجزای اتومبیل را نشان می‌دهد. این سامانه همیشه یک واقعیت بالقوه را شبیه‌سازی می‌کند؛ این معمولاً مشخصه‌ای است که مهندسان عقیده دارند کافی است، اما می‌خواهند بدانند که در ترکیب با متغیرهای دیگر، بهینه هم هست یا خیر.» این گروه یک رهیافت دوگانه مجازی - فیزیکی هم دارد که امکان می‌دهد اتومبیل در موقع عمل و رانندگی هم بررسی شود. فورد سه ایستگاه دارد - یک اتومبیل قابل تنظیم؛ فضای مجازی؛ و غار - که امکان برهم‌کنش با فناوری و طراحی را به راه‌های مختلف فراهم می‌کند. ابزارهای مجازی و هیبرید به گروه بارون امکان می‌دهند که فرایندهای تولید و طراحی را مرتبط کنند تا از ارتقای کیفیت و اتومبیل و برآورده شدن توقعات مشتری مطمئن شوند. بارون اضافه کرد «منظور از همه این تلاش‌ها این است که نظرها و خواست‌های مشتری را به فرایند ساخت اتومبیل منتقل کنیم.»

