

پیش بینی دانشگاه جورج واشنگتن از تکنولوژی های نوظهور

ارزیابی مستمر انقلاب تکنولوژیکی

William E.Halal,Michael D.Kull&Ann Leffmann

فرهاد شاه میری

خلاصه:

در این مقاله روشی برای ارزیابی مستمر پیش بینی پیشرفت های تکنولوژیکی عمده توسط دانشگاه جورج واشنگتن برای تکنولوژی های نوظهور ارائه می گردد. دیده بانی محیط و تجزیه و تحلیل روند برای شناسایی تکنولوژی های نوظهور مورد استفاده قرار می گیرد. و آنگاه یک پیمایش از نوع دلفی از گروهی از متخصصان برای ارزیابی سالی که پیشرفت در آن اتفاق می افتد و احتمال وقوع آن، اندازه بازار بالقوه آن و قومیتی که این تکنولوژی را ایجاد می کنند به عمل می آید. ۸۵ تکنولوژی نوظهور عمده شناسایی شده اند و در ۱۲ زمینه طبقه بندی گردیده اند. انرژی، محیط، کشاورزی، غذا، سخت افزار کامپیوتر، نرم افزار کامپیوتر، ارتباطات، خدمات اطلاعاتی، تولید، رباتیک، مواد، پزشکی، فضا و حمل و نقل. نتایج از ۴ پیمایش که در مجموع ۸ سال گذشته را پوشش می دهند به دست آمده است. آنها به طور طولی برای ارزیابی دامنه واریانس مورد مقایسه قرار می گیرند. به علاوه، داده ها به ۳ دهه متوالی تقسیم بندی می گردند تا بتوانند سناریوهای را برای نشان دادن امواج در حال ظهور نوآوری فراهم کنند و شامل انقلاب تکنولوژیکی آینده شوند.

معرفی:

نوآوری تکنولوژیکی در همه زمینه های علمی و تکنولوژیکی در حال رخداد است. این موج تغییر تازه، ابتدا به وسیله پیشرفت ها در تکنولوژی اطلاعات تحریک می گردد. ولیکن در حوزه انقلاب اطلاعاتی دارای دامنه بسیار وسیع تری می باشد که به آن انقلاب تکنولوژی می گویند.

علوم و تکنولوژی ضرورتاً نتیجه دانش هستند و انقلاب تکنولوژیکی در حال گسترده کردن توانایی ما برای خلق و به اشتراک گذاری دانش فنی است. نتیجه اینکه IT یک عامل عمده است که امکان رخدادهای سریع تکنولوژیکی را فراهم آورده و از آن طریق پیشرفت ها را در همه زمینه ها تسریع می کند. برای مثال دانش به شبکه جهانی محققان تغییر شکل داده و محققان می توانند صرف نظر از منطقه جغرافیایی با هم همکاری کنند و آزمایشگاه های مبتنی بر IT سرعت مذاکرات را به شدت افزایش داده است. همه تجهیزات لابراتوار به شبکه متصل است. این حرف MIKE

FANNON است مدیر تحقیق در علوم ژنوم انسانی. ما همه ساختار محاسبه ای را به عنوان یک ابزار تحقیق به کار می بریم. و به این علت که دانش در زمینه های فنی به هم متصل است پیشرفت ها در یک زمینه از دیگر زمینه ها نیز عبور کرده و سبب تسریع در نرخ پیشرفت می گردد. پیشرفت های عمده در زمینه پردازش اطلاعات به عنوان مثال اجازه می دهد تا حجم بالایی از اطلاعات را که از پروژه های ژنوم انسانی می آید مورد پردازش قرار دهیم. پیشرفت ها در علوم مواد راه را برای اشکال جدیدی از حمل و نقل مانند ماشین های الکتریکی هموار کرده است. یک چنان تعاملاتی یک شکوفایی فزاینده را تشویق می کند و این اطمینان را به افزایش نرخ نوآوری تا حدی که علوم و تکنولوژی ممکن است در دهه های آینده از دیدگاه محدود امروزی غیر قابل تشخیص باشند می دهد.

اهداف و روش ها

اگر چه مهارت فنی با سرعت بسیار بالایی در حال رشد است توانایی ما برای پیشبینی و فهم پیشرفت های عمده پیش رو همچنان با عدم اطمینان همراه است. خیلی مطالعات روی عناوین منتخب انجام می گیرد ولی توجه سیستمیک کمی به پیشبینی کامل آنچه که همه زمینه های انقلاب تکنولوژیکی را پوشش دهد می شود. بسیاری از کار غالب عمدتاً فنی است و در محاسبه نیروهای سیاسی اقتصادی و اجتماعی که بر تکنولوژی اثر می گذارند با شکست روبه رو می گردد. برای مثال صنعت تشخیص می دهد که آگاهی مشتری، سبک زندگی و دیگر عوامل اجتماعی جزء باعث پذیرش تکنولوژی های جدید می گردد. دانشمندان دریافته اند که روابط پیچیده ای میان تکنولوژی های جدید و ساختار های اقتصادی و شرکتی وجود دارد. حتی بودجه پژوهش ملی نیز اغلب منوط به هوس بازی سیاست گذاران است. این اثرات محدود کننده کار پیشبینی را با تنگناهای بیشتری می کنند. ولیکن از طرف دیگر ارزش پیشبینی های دقیق را افزایش می دهند. تصمیم گیران در بخش های شرکتی و دولتی اغلب نمی توانند منتظر اطلاعات بهتری بمانند. حجم بالای تغییرات فنی رویهمرفته آنچنان گسترده است که ضروری است تا دانشمندان و افراد غیر متخصص این انقلاب را به نحوی که برای آنها شایسته است ادراک کنند.

این مطالعات تاکید بر استفاده ویژه از روش شناسی منتخب در این مطالعه دارد. اگر چه پیشبینی GWU تاکید بر روش های متفاوتی دارد، اما اهمیت اساسی را روی روش دلفی قرار داده ایم به این علت که قضاوت متخصصان گوناگون را برای تولید ارزیابی های متعدد با یکدیگر ترکیب می کند. به وسیله مورد محاسبه قرار دادن یک دامنه گسترده ای از نظرات متفاوت احتمال بیشتری برای مجسم کردن تعاملات زیاد مابین دیدگاه های اجتماعی اقتصادی و تکنولوژیکی وجود دارد. این روش شناسی، منجر به ویژگی های منحصر به فرد زیر می گردد که پیش بینی دانشگاه جورج واشنگتن را از دیگر پیش بینی ها متمایز می کند.

- پاسخ دهندگان شامل مسئولان با یک دامنه گسترده ای از مهارت می شوند.

- پیشبینی همه زمینه های علوم و تکنولوژی را پوشش می دهد.
- هر زمینه ای تمرکز بر ۵ تا ۱۰ مورد از استراتژیک ترین تکنولوژی های نوظهور دارد.
- ارزیابی ها برای ارقام کلیدی تهیه شده اند.
- پیشبینی به طور دوره ای برای خلق نتایج طولی به روز می گردد.

پیشبینی این دانشگاه روش های متفاوتی را با هم ترکیب می کند. از جمله دیده بانی محیط، تجزیه و تحلیل روند، پیمایش دلفی و سناریو سازی.

بازبینی محیطی برای شناسایی تکنولوژی های نوظهور و دسته بندی آنها در زمینه های متفاوت مورد استفاده واقع می گردد. تجزیه و تحلیل روند انتخاب مهمترین تکنولوژی ها برای مطالعه بیشتر را امکان پذیر می کند. این تکنولوژی های نوظهور آنگاه برای ایجاد یک پیمایش دلفی اصلاح شده برای پیشبینی ها به کار می رود. در نهایت نتایج در دوره های زمانی برای ساخت سناریو مورد استفاده قرار می گیرد.

بازبینی محیطی:

برای سال های طولانی، فرآیند های تجاری، مجلات معروف، ژورنال های علمی، و ادبیات تجاری را به منظور شناسایی تکنولوژی های نوظهور مورد بررسی قرار دادیم. مصاحبه هایی را با دانشمندان به منظور بدست آوردن دیدگاه های آنها راجع به روندهای تکنولوژی های نوظهور انجام دادیم. همه این اطلاعات حاصل از بازبینی برای مشخص کردن تکنولوژی های نوظهور و ارزیابی نقاط بالقوه آنها مورد استفاده واقع شدند. برای ارتقا اهمیت این تکنولوژی های نوظهور ما به دنبال الگوهایی گشتیم که آنها را در خوشه های بزرگتری دسته بندی کند. آخرین باری که این فرآیند انجام گرفت ما ۱۲ زمینه ای را که در این گزارش مطرح کرده ایم شناسایی کردیم.

تجزیه و تحلیل روند:

در داخل هر زمینه ای، ۵ تا ۱۰ مورد از مهمترین پیشرفت های استراتژیک انتخاب شدند. تا بتوان بر مبنای تجزیه و تحلیل روند مطالعات بیشتری را روی آنها انجام داد. به همین دلیل، در آخرین پیمایش انجام شده در سال ۱۹۹۶، حدود ۸۵ تکنولوژی نوظهور برای نشان دادن اساسی ترین پیشرفتهایی که می توانند پیش بینی شوند انتخاب شدند. همان طور که بعداً توضیح خواهیم داد، تعداد تکنولوژی های نوظهور کمی در طی تکرار ۴ پیمایش تغییر کرده و این به علت شناسایی رخداد های جدید و ظهور تکنولوژی های جدید است. به علاوه ما به طور دوره ای پرسشنامه را برای شفاف کردن ابهامات و رفع پیچیدگی ها و خطا ها اصلاح می کردیم. این فرآیند منجر به حذف

یا اضافه ارقام جدید یا نکات جدیدی در رابطه با سوالات قبلی می شد. علی‌رغم این تعدیلات، لیست همچنان در طی ۴ دوره نسبتاً یکسان باقی مانده است.

پیمایش دلفی:

هنگامی که بر روی زمینه تکنولوژی های نوظهور توافق شد، پیمایش دلفی انجام می گیرد. اما نوعی که ما استفاده می کنیم اصلاح می گردد چون ما از روش سنتی گرفتن بازخور و درخواست برای ارزیابی های اضافی به منظور رسیدن به اتفاق آرا استفاده نکردیم. به جای آن، رویکرد ما هدایت پیمایش دیگری بعد از یک دوره زمانی حدوداً ۲ ساله بود. یعنی به جای اینکه تکرار در طول مثلاً ۲ هفته اتفاق بیفتد در طول ۲ سال اتفاق افتاد. اگر چه رویکرد سنتی اتفاق آرای دقیقتری را ایجاد می نماید، اما ارزیابی ها نشان می دهد که روش سنتی از دقت پایینتری برخوردار است. بنابراین انجام یک دلفی یک دوره که هر چند سال یکبار انجام می گیرد به نظر می رسد که از دقت کافی برخوردار باشد.

این پیمایش به وسیله یک گروه ۵۰ نفره از مسئولان که نتایج تکرار قبلی را نیز در اختیار داشتند انجام گرفت. یک پاراگراف ابتدایی که اطلاعات کلیدی را خلاصه می کرد، وجود داشت تا بتواند وضعیت توسعه ای هر یک از زمینه های تکنولوژی های نوظهور را به یاد متخصصان بیاورد که شامل تغییرات در حال وقوع و یا روندهای آینده بود. ما عمداً درخواست کردیم که ارزیابی ها باید متمرکز بر ارزیابی موفقیت آمیز تعدادی از تکنولوژی های نوظهور نسبت به روند کلی باشد و با این فرض که از نظر تکنیکی قابل انجام است، و از نظر اقتصادی موفق و از نظر اجتماعی پذیرفته می گردد.

با این زمینه در ذهن، باید به ۴ دسته از سوالات پیمایش راجع به هر تکنولوژی نوظهوری پاسخ داده می شد. سالی که انتظار آن تکنولوژی می رود و احتمال آن، بازار تقاضا برای آن و قومیت پیشتاز در دستیابی به آن. برای مثال در پزشکی، قلم ۱۰،۳ نشان می دهد که والدین می توانند به طور روتین ویژگی های فرزندانشان را از طریق مهندسی ژنتیک تعیین کنند. پاسخ های کلی برای این رخداد یک ارزیابی زمانی تا سال ۲۰۲۰، احتمال ۵۳٪، تقاضای ۲۱،۳ میلیارد دلاری و ایالات متحده را به عنوان دولت پیشتاز معرفی می کند.

TABLE 1
Fuzzy Variables

| | |
|-------------|-------|
| Significant | 10% + |
| Commonly | 30% + |
| Routinely | 30% + |
| Majority | 50% + |
| Most | 80% + |

این بدین معنی است که گروه ارزیابی می کند که یک شانس ۵۳ درصدی وجود دارد که موانع نگرشی، اقتصادی، قانونی و فنی برداشته شده و بدین ترتیب رخداد در سال ۲۰۲۰ اتفاق خواهد افتاد که ابتدا در ایالات متحده و یک بازار ۲۱,۳ میلیارد دلاری نیز برای آن وجود خواهد داشت.

پاسخ دهندگان شامل، آینده پژوهان مجرب، پیش بینی کنندگان و متخصصان فنی بودند. گروه در طی ۸ سال تقریباً یکسان باقی مانده است اگر چه تعداد کمی از اعضا گاه‌ها برای گسترش، افزوده و بعضی نیز از آن کاسته شده اند. همه اعضای گروه به طور سالانه پاسخ نمی دهند. بنابراین انحرافی هم در تعداد پاسخ ها و هم ترکیب گروه برای هر دور معینی وجود داشت. ما اجازه یک فرآیند خود-انتخابی را دادیم به ترتیبی که پاسخ دهندگان فقط در نواحی که در آن احساس تسلط می کردند و دانش کافی برای عرضه به بقیه داشتند پاسخ می دادند.

رخدادی که هر قلم را تعریف می کرد با استفاده از منطق فازی به دقت ممکن تعریف می گردد. برای مثال جدول ۱ معنی که مرتبط با واژه های "اساسی"، "به طور روتین" است را تعریف می کند و دیگر موارد که به وسیله مشخص کردن درصدی برای هر قلم صورت می گیرد. این امر به ویژه برای تکنولوژی های نوظهوری که توسعه و در طی یک دوره زمانی پذیرفته می شوند اهمیت دارد. اگر چه ما برای استفاده دقیق از واژه ها آنها را به دقت توضیح داده ایم اما می بینیم که بعضی پاسخ دهندگان در این مورد احساس ناراحتی می کنند و تصور می کنند که تا حدی گنگ است. این امر بر چالش عمده ای در پیمایش دلفی تاکید می کند که اطمینان یافتن از این موضوع است که گزاره ها با یک منطق خشک مطرح شده اند.

سناریو سازی

اطلاعات منتج شده آنگاه به واسطه دوره های زمانی برای هدایت ساخت طرح های کلی سناریو طبقه بندی می شوند. نظر به اینکه بسیاری از دوره های زمانی احتمال وقوع دارند ما دوره های ۱۰ ساله ای را پیدا کرده ایم که می توانند تمایزات عمده ای را میان اطلاعات برای ما فراهم آورند. همان طور که نتایج نشان خواهد داد ما سناریو هایی را برای دهه های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۰ را در نظر گرفتیم که شامل اطلاعات مربوط به تکنولوژی های نوظهور است که به ترتیب زمانی برای تاریخهای رخداد ارزیابی شده آنها برنامه ریزی شده اند. اینها همراه با اطلاعات مکتوب گسترده تر می شوند و یک تصویر از حالت احتمالی جهان در این نقطه نشان می دهند و روابط میان عوامل فرهنگی و اجتماعی و شناسایی بن مایه های گسترده تر را نیز انجام می دهد.

اعتبار روش تحقیق

در طراحی پیمایش دلفی، ما با معاوضه هایی روبه رو شدیم. برای مثال بعضی پاسخگویان احساس کردند که سوالات زمانگیر است نظر به اینکه دیگران بیان کردند که بسیار محدود بوده و تنها بر رخدادهای روند کلی متمرکز بوده است. این یک مساله فراگیر برای توسعه دهندگان پیمایش است و نیاز به وزندهی به محتوا در برابر حیطه مورد توجه پاسخ دهندگان دارد. ما تلاش داریم تا یک تعادل عملی را ایجاد نماییم.

بعضی مشارکت کنندگان، از جمله یک عضو پیمایش دلفی، پردازش سال و احتمال آنرا زیر سوال برد. رویکرد سنتی برای استفاده از یک قانون ۵۰٪-۵۰٪ هنگام پرسیدن از ارزیابی های زمانی است. از مشارکت کنندگان خواسته شد تا سالی را که آنها تصور می کنند یک احتمال ۵۰ درصدی دارد که آن رخداد در آن روی دهد قبل از آن تاریخ و ۵۰٪ احتمال اینکه رخداد بعد از آن تاریخ رخ دهد معلوم کنند.

پیش بینی GWU از تکنولوژی های نوظهور

رویکرد ما از این روش پیروی نکرد. ولیکن به جای آن، از مشارکت کنندگان خواسته شد تا محتمل ترین ارزیابی ها را برای سالی که رخداد در آن اتفاق می افتد و احتمالات این ارزیابی را اعلام نمایند. برای کمک به خوانندگان برای قضاوت روی اعتبار داده ها، ما تجزیه و تحلیل زیر را ارائه می نمایم.

در حالیکه ما نمی توانیم به دقت مشخص کنیم که مشارکت کنندگان تا چه حدی دستورات ما را ادراک کرده اند، نویسندگان تصور می کنند که این دو روش به سختی با یکدیگر برابرند زیرا عبارت "محتمل ترین ارزیابی ها" سطح احتمال ۵۰-۵۰ را در بردارد. بنابراین محتمل ترین ارزیابی ها باید بالاترین نقطه در منحنی احتمال در برابر سال پاسخگویان باشد. به علاوه اگر این منحنی متقارن است احتمال ۵۰ درصدی وجود دارد که رخداد قبل از یا بعد از تاریخ مورد نظر روی دهد. و به این ترتیب ۲ روش در اصل یکسان هستند. البته توزیع های احتمال یکسان می توانند خطایی را میان دو روش نشان دهند.

ما همچنین از مشارکت کنندگان خواستیم تا احتمالی را که آنها مرتبط با ارزیابی محتمل ترین زمان می دانند، ارزیابی کنند که که سوالاتی را راجع به معنی تاریخ احتمال در مطالعه باعث می گردد. اگر ارزیابی محتمل ترین زمان به سختی مترادف با سطح احتمال ۵۰-۵۰ باشد چطور می تواند ارزیابی های احتمال این گونه متفاوت باشد؟ مجدداً، ما نمی توانیم بفهمیم که مشارکت کنندگان چگونه تصور می کنند ولی منطقی به نظر می رسد که تصور کنیم که داده های احتمالی ما به عنوان "سطح اطمینان" دقیق تر تفسیر می شوند. مشارکت کنندگان محتمل ترین ارزیابی های زمانی را فراهم آوردند و "اطمینان" این امر را نشان می دهد که ارزیابی در عمل درست در می آید. خوانندگان ممکن است نتایج احتمال

ما را نادیده انگارند، اگر که شکی در این رابطه دارند ولیکن داده ها به نظر می رسد که اطلاعات مفیدی را ارائه می کنند.

آشکار است که ما نمی توانیم به گذشته بازگشته و مطالعات قبلی را اصلاح کنیم ولی ما تصمیم به پیروی از کنوانسیون های علمی در تکرار های بعدی داریم. درخواست ها برای ارزیابی های زمانی سطح احتمال ۵۰ درصدی ا تصریح می کند. و هر درخواستی برای سطوح اعتماد به خودی خود بیان خواهد شد. فهم شما مورد تقدیر است.

باید آشکار باشد که اعتبار روش ما وابسته به مفروضات نرمال علمی است. و با این فرض که در طی چند دهه آینده هیچ رخداد غیر قابل پیش بینی رخ نمی دهد. که اعضای ما مجبور به فراهم آوردن دیدگاه های عینی به جای تلاش برای تاب خوردن در میان اطلاعات مربوط به یک تکنولوژی بیپهوده یا برنامه های دیگر... باشند.

معمولا باید به خاطر داشت که برخلاف تست های آماری، یک پیشبینی، اختصاص به فراهم آوردن احتمالات بالا ندارد. در عوض، یک ارزیابی غیر دقیق است که فقط امیدوار است تا چند سال آینده پیشبینی دقیقی ارائه دهد. ما مخالفیم که روش شناسی پشت پیش بینی ما یک رویکرد عملی را برای هدفگیری مهمترین تکنولوژی های نوظهور ارائه می کند و داده های طولی (در طی زمان) نشان می دهد که در یک حیطه زمانی ۳ ساله این موضوع درست است. این هدف کاملا برای هدف تحریک گفتگو درباره گزینه هایی که باید توسط برنامه ریزان و جامعه در کل برای شکل دادن رخدادهای تکنولوژیکی و اثرات اجتماعی آنها مدنظر قرار گیرد کافی است.

نتایج:

شکل ۱ نگاهی را به ۸۵ تکنولوژی نوظهور و تعاریف مختصری از آن ارائه می دهد. هر تکنولوژی نوظهور یک شماره قلم مشخص دارد. که به زمینه و شماره رخداد یافت شده در ضمیمه اشاره دارد. و تعریف کاملی از تکنولوژی نوظهور مورد نظر ارائه می دهد. برای مثال قلم ۱۱،۲ اشاره دارد به زمینه ۱۱ (فضا) و قلم ۲ (ماموریت انسان به ماه کامل است). اگر الگوهای موجود در شکل به دقت بازبینی گردد روند های گسترده ای شناسایی می گردد. اول اینکه موجی از پیشرفت های تکنولوژیکی عمده به نظر می رسد که در ۳ دهه آینده رخ دهد. نوآوری های تکنولوژیکی بسیار مهمی در حال رخ دادن هستند. و ارزیابی برای رخ داد آنها بین ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۵ است که همراه با تعداد از تکنولوژی های جاه طلبانه است که اواخر قرن بالغ خواهند شد. فرد ممکن است درباره تعداد، اهمیت، و احتمال تکنولوژی ها نوظهور متفاوت بحث کند ولیکن

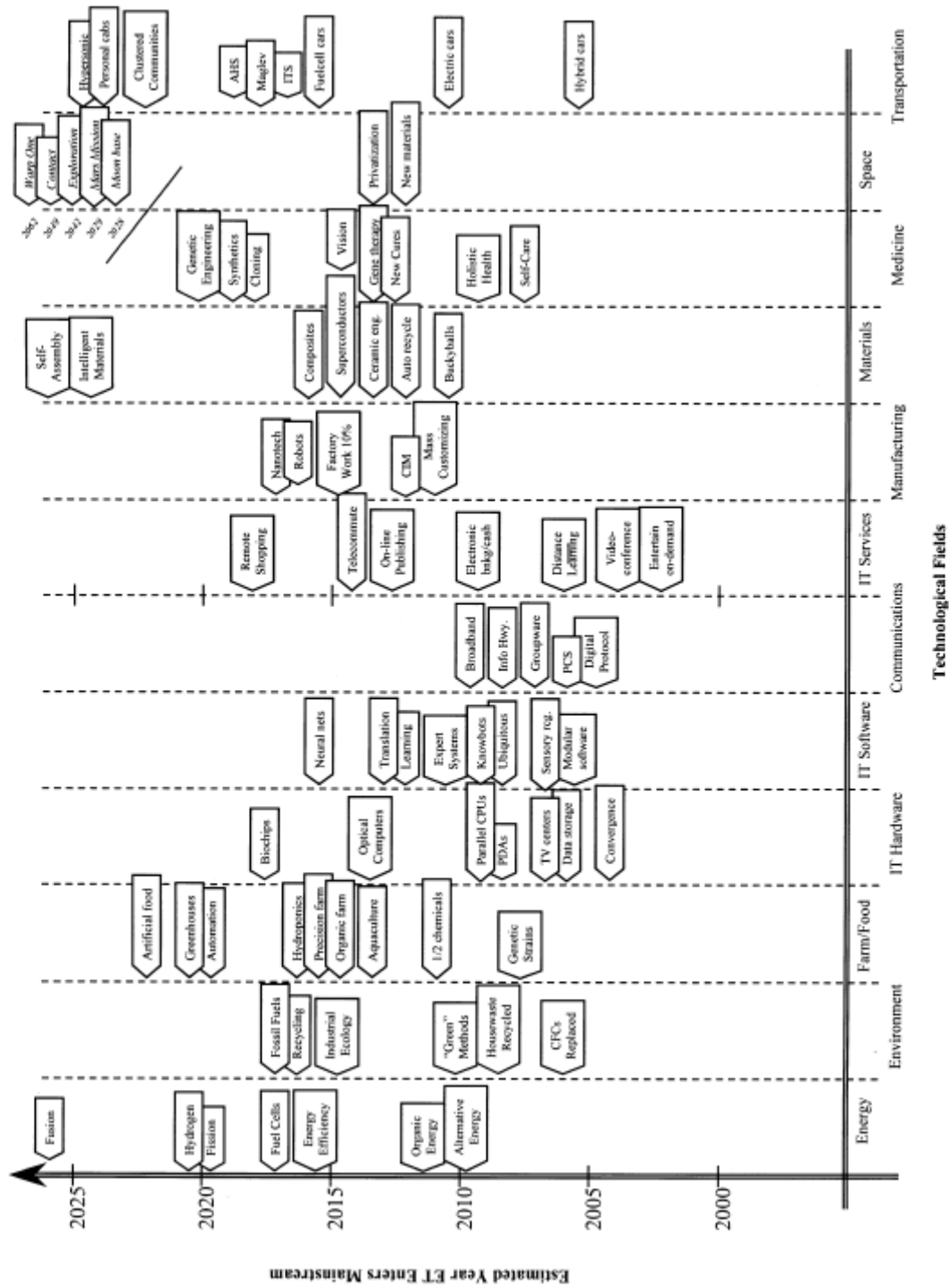


Fig. 1. Overview: GWU forecast of emerging technologies.

تقریبا شفاف به نظر می رسد که همه زمینه های علوم و تکنولوژی تغییرات جدی را که در نهایت منجر به تغییر در جامعه می گردد تجربه می کنند. در این ۳ دهه، موج بلند تغییرات تکنولوژیکی وجود دارد که آنرا انقلاب تکنولوژیکی می نامیم.

دومین نتیجه مهم این است که ۴ زمینه ای که شامل IT هستند به نظر می رسد که منجر به این موج نوآوری تا ۵ سال آینده بشوند. این امر در توافق با پیشنهاد قبلی ذکر شده است که IT به عنوان فاکتور اصلی انقلاب تکنولوژی نقش بازی می کند. تلاش های توسعه امروزه عمدتا مبتنی بر انقلاب های تکنولوژیکی است. که زمینه های دیگر را تا چند سال آینده تحریک می کند.

در انتها به نظر می رسد که صنایع فضایی یک زمینه عقب مانده باشد. بعضی از تکنولوژی های نسبتا ساده فضایی احتمالا به زودی می رسند، به ویژه خصوصی سازی تلاش های فضایی اما تقریبا همه تکنولوژی های جدید به نظرمی رسد که حدود ۳۰ تا ۶۰ سال برای ظهور و پیاده سازی وقت لازم دارد. دلیل اصلی در این حقیقت نهفته است که برنامه های فضایی می توان به آسانی به تعویق افکنده شوند چون همه بازپرداخت ها دور و غیر مطمئن هستند. و اکتشافات فضایی جدید فراتر از سیستم خورشیدی، نیاز به پیشرفت های تکنولوژیکی دارد که دانش فیزیک کنونی ما را اعتلا می بخشد.

اطلاعات جزء به جزء با استفاده از ۳ راه برای ساماندهی داده ها ارائه می گردد. ما ابتدا رخداد های مهم داده های ۱۹۹۶ را که در زمینه فنی طبقه بندی شده گردیم آوری می کنیم. آنگاه مقایسه زمانی برای پیش بینی را برای ارزیابی در انحرافات مورد بررسی قرار می دهیم. در انتها ما الگوی بزرگ شکل همه این تکنولوژی ها را در طول زمان به وسیله ساختن سناریو های ۳ دهه متوالی که صحنه یکپارچه ای را از انقلاب تکنولوژیکی ظاهر می سازد بررسی می کنیم.

نکات برجسته داده های ۱۹۹۶

اگر چه ۴ زمینه IT منجر به پیشرفت های زمینه های دیگر می گردند پیشرفت ها به نظر می رسد که بیشتر محافظه کارانه اند تا مبتنی بر خرد. هنگام ارائه این مطالب به تقریبا همه حضار، برای مثال ما فهمیدیم که عده ای بیان می کنند که چگونه بعضی تکنولوژی های نوظهور رسیده اند یا تقریبا در حال ظهور هستند. اما این دیدگاه در تناقض با این موضوع است که تکنولوژی های نوظهور هنوز آزمایشی هستند. معمولا اغلب تکنولوژی های نوظهور از دیدگاه نقاط عطفی که ورود تکنولوژی به روند های علمی و اجتماعی است را نشان می دهند مورد بررسی قرار می گیرند. در تعدادی از مورد های آزمایشی، تکنولوژی های نوظهور در نقاط اولیه چرخه انتشار تعریف می گردند. برای مثال نقطه عطف در فزونی انرژی هسته ای از دیدگاه تولید الکتریسته به طور تجاری از آن مورد بررسی قرار می گیرد.

بنابراین، در حالیکه اینترنت در حال گسترش با سرعت بسیار بالایی است نتایج روی خدمات اطلاعاتی نشان می دهد که متوسط افراد نباید انتظار تغییرات گسترده ای را به زودی داشته باشند. خوش بینانه ترین ارزیابی - سرگرمی مطابق تقاضا (۷،۱)- تا سوال ۲۰۰۳ قابل حصول نخواهد بود. در حالیکه محافظه کارانه ترین ها آنرا تا ۲۰۱۸ نوید می دهند.

همین مساله در مورد سخت افزار کامپیوتر نیز صادق است. کامپیوتر های PDA تا سال ۲۰۰۸ در دسترس عموم قرار نخواهد گرفت کامپیوتر های شخصی ممکن است که به زودی بتوانند با تلفن ، تلویزیون و ویدئو یکپارچه شوند. ولی گروه ما این را پیش بینی نکرد یا اینکه تلویزیون مبتنی بر اینترنت (۴،۴) با قابلیت های تلفن تا سال ۲۰۰۴ یا ۲۰۰۵ گسترده شوند

نرم افزار نیز همین مسیر را می پیماید . اگر چه موتور های جستجو روی وب استفاده می شوند اما نرم افزار های هوشمند را به طور روتین تا سال ۲۰۰۹ نخواهیم دید. سیستم های خبره هنگامی که در ۱۹۹۰ به عنوان نرم افزار های تصمیم گیری شناخته شدند ۷۲٪ شانس برای استفاده روتین تا سال ۲۰۱۰ را دارند ترجمه زبان نیز سرنوشتی مشابه دارد. و تا سال ۲۰۱۲ کاربرد گسترده ای را پیدا نخواهند کرد. در زمینه ارتباطات، پروتکل دیجیتال استاندارد (۲،۶) که اجازه کاربرد های شبکه سازی جهانی پیشرفته تری را می دهد تا سال ۲۰۰۶ قابل تصور نیست. و اگر چه شهروندان آمریکایی در حال تجربه اینترنت هستند اغلب افراد تا سال ۲۰۰۸ به شاهره های اطلاعاتی دسترسی ندارند.

همان طور که قبل تر بیان گردید، زمینه های ما عموماً فاقد IT تا چندین سال می باشند برای مثال در پزشکی، سیستم های پزشکی کامپیوتری، (۱،۱) از جمله شرایط برای مراقبت های خانگی و خود درمانی احتمالاً تا سال ۲۰۰۷ عمومی می گردد. فعالیت های بهداشتی کل گرا، (۲،۱) در حال پذیرفته تر شدن هستند و تا سال ۲۰۰۹ به خوبی در پزشکی یکپارچه می گردند. ژن درمانی (۴،۱) تا سال ۲۰۱۳ به حذف بیماری های ارثی کمک خواهد کرد. کلونینگ احتمالاً تا سال ۲۰۱۸ به وجود خواهد آمد.

در تولید، سفارشی سازی انبوه را برای بسیاری از کالاها تا سال ۲۰۱۱ خواهیم دید. اتوماسیون و سیستم های یکپارچه کامپیوتری آنچنان پیشرفت خواهد کرد که سهم مشاغل کارخانه ای از درصد کنونی ۲۰ به کمتر از ۱۰ درصد تا ۲۰۱۵ خواهد رسید. به علاوه احتمال ۶۴ درصدی برای استفاده از رباهای خدمت گذار تا سال ۲۰۱۶ وجود دارد.

مواد کامپوزیت تا سال ۲۰۱۶ وارد فرآیند طراحی مواد می گردند. پیشرفت های بسیار در نانو تکنولوژی و ماشین های میکروسکوپی منجر به توسعه خودمونتازی و مواد هوشمند تا سال ۲۰۰۶ یا ۲۰۰۷ می گردد. پیشرفت ها در فوق هادی های با دمای بالا در نهایت کاربرد های تجاری را تا ۲۰۱۵ تجربه خواهد کرد.

تا سال ۲۰۰۸ مهندسی ژنتیک اجازه تولید گونه های روتینی از حیوانات و گیاهان را به ما می دهد. تا ۲۰۱۵ اکثریت کشاورزان روش های کشاورزی بدیل یا ارگانیک را در پیش گرفته اند. و استفاده از آفت کش ها و کود دهنده های شیمیایی تا ۲۰۱۲ به نیمی از مصرف فعلی خود خواهد رسید کشاورزی دقیق و کشت آبی تا ۲۰۱۵ کاربرد گسترده ای

پیدا خواهد کرد. نظر به اینکه کشاورزی اتوماتیک و گلخانه های شهری تا ۲۰۲۰ ظاهر نخواهند شد. اعضای گروه معتقدند که مصرف گوشت، سبزیجات و نان و دیگر مواد مصنوعی تا ۲۰۲۲ رواج می یابد ولیکن احتمال ۳۹ درصدی برای آن وجود دارد.

زمینه های انرژی و محیط اساسا برای تفکیک از یکدیگر دشوار هستند به ویژه اینکه به نظر می رسد یک آگاهی محیطی و استفاده از انرژی های بدیل در حال نزدیکی با یکدیگر باشند. تا ۲۰۱۰ یا همان حوالی باید انتظار داشته باشیم تا تولیدکنندگان به روش های سبز روی آورند. و سهم عمده ای از استفاده از انرژی از منابع تجدید پذیر و زیست توده تامین گردد. در این سال ها مصرف کنندگان حدود نیمی از ضایعات خود را بازیافت می کنند. تا ۲۰۱۶ پیشرفت های عمده ای در زمنه بهره وری از سوخت های فسیلی نیز به چشم می خورد. که تولید گازهای گلخانه ای را به نصف کاهش می دهد. همزمان اکثر تولید کنندگان ممکن است در چارچوب پارک های صنعتی زیست بومی فعالیت کنند و از مواد قابل بازیافت برای پروژه های خود استفاده کنند علیرغم اینکه تاثیر آن ممکن است بر جامعه زیاد باشد احتمال استفاده از سیستم های انرژی پیشرفته مانند هیدروژن و فوژیون تا ۲۰۱۲ بسیار کم است.

تکنولوژی های که ممکن است اثر مستقیم تری بر زندگی روزمره ما داشته باشند عمدتا در زمینه حمل و نقل هستند. قبل از اینکه افراد عموما ماشین های الکتریکی پیشرفته را تا ۲۰۱۰ هدایت کنند، تا ۲۰۰۶ ترکیبی از ماشین های احتراق داخلی و الکتریکی روی جاده خواهد بود. تا ۲۰۱۷ سیستم های ریلی پیشرفته شهر های عمده در کشور های توسعه یافته را با رهبری ژاپن به یکدیگر متصل خواهد کرد. در همین حوالی، سیستم های بزرگراهی اتوماتیک و سیستم های حمل و نقل هوشمند برای کاهش بار ترافیکی به کار گرفته خواهد شد. و کنترل برنامه ریزی و حتی رانندگی ما را بر عهده خواهند گرفت. گروه احتمال کمی را برای هواپیماهای مسافربری مافوق صوت و اقیانوس گذر در نظر گرفته است. این تغییرات در حمل و نقل همراه با تغییرات در IT و کار از راه دور منجر به جوامع خوشه بندی شده و خودکفا تا حدود سال ۲۰۲۳ خواهد شد.

فضا همچنان خیره کننده ترین مرز باقی خواهد ماند به این دلیل که حاوی تکنولوژی های نوظهور است. ولیکن این پیشرفت ها همچنین برای پیشبینی نیز بسیار دشوار هستند زیرا شامل برنامه ریزی های پروژه ای بسیار دشوار، هماهنگی با حکومت و همکاری روبه گسترش بین المللی هستند. شرکت های خصوصی می توانند قسمت عمده پرتاب های فضایی را تا ۲۰۱۳ انجام دهند. به علاوه این کار را بخشی به خاطر سودآوری از تولیدات فضای و یا تولید موادی که در زمین امکان تولید ندارند انجام می دهند. جستجوی مریخ ممکن است با تکمیل ماموریت انسانی مریخ تا ۲۰۰۹ آغاز گردد یعنی یک سال پس از اقامت دائم انسان در ماه. سال های بسیاری بعد از آن یعنی حدود ۲۰۴۲ سفینه های فضایی شروع به جستجوی سیستم های ستاره ای اطراف ما خواهند نمود. به علاوه تا سال ۲۰۶۲ به مسافرت با سرعت نور نزدیک خواهیم شد. به علاوه در میانه قرن ۲۱ احتمالا تماس با موجودات فرا زمینی صورت خواهد گرفت.

مقایسات زمانی:

اطلاعات زمانی پیشبینی دانشگاه، دورنمایی را فراهم می آورد که معمولاً با استفاده از روش های پیشبینی سنتی قابل دسترسی نخواهد بود. امسال ما قادر خواهیم بود تا ۴ مجموعه از داده ها را با دامنه ای در حدود ۸ سال با یکدیگر مقایسه کنیم.

ما انتظار داریم که هر چه یک رویداد دورتر باشد دامنه بیشتری از انحراف را به دلیل افزایش عدم اطمینان داشته باشیم. مساله همین جاست ولی اغلب استثنائات تعجب برانگیزند. برای مثال استفاده تجاری از قدرت فزاینده برای تولید نصف نیاز انرژی تا سال ۲۰۱۸ پیشبینی شده است که یک انحراف ۴ ساله نیز برای آن در نظر گرفته شده است در حالیکه تجاری سازی قدرت فزاینده تا سال ۲۰۲۲ با دامنه انحراف ۱۰ سال در نظر گرفته شده است. ارزیابی های این دو رویداد با اختلاف ۴ سال می باشد. به علاوه در مورد ارتباطات راه دور نیز اختلاف بین ۲ سال ۲۰۰۶ و ۲۰۲۳ بود. بیشترین اختلاف در استفاده روتین از هواپیماهای ما فوق صوت بود که میان ۲ سال ۱۹۹۸ و ۲۰۴۴ بود.

در عوض اطلاعات، سازگاری قوی ای را میان زمینه های محیط زیست، کشاورزی، غذا، فضا و اغلب تکنولوژی های اطلاعاتی نشان می دهد. به عنوان مثال در ۳ دور پاسخ دهندگان اعلام کردند که شرکت های خصوصی اغلب پرتاب های فضایی را به صورت سرمایه گذاری های خصوصی تا ۲۰۱۳ انجام خواهند داد. رویهم رفته انحراف متوسط به نظر می رسد که به علاوه یا منهای ۳ سال باشد که رقم نسبتاً دقیقی است.

دلایل گوناگونی وجود دارد که چرا تعدادی از داده ها وجود ندارند برای مثال cd rom ابزار غالب ذخیره اطلاعات است که تا ۱۹۹۹ پیش بینی شده بود. در سایر زمینه ها تکنولوژی های یا اهمیت نداشتند یا نفع خود را از دست داده بودند. پردازش موازی، برای مثال، دیگر در ابر کامپیوترها نقش غالب را ندارد زمانی که محاسبات توزیع شده امکان انجام داشته باشد. دیگر پیشبینی های اولیه یا ادغام شده بودند یا به هدف های جداگانه ای تبدیل شده بودند. در ۱۹۹۹ ما هوش مصنوعی را در نظر گرفته بودیم که بسیاری فکر کردند که غیر ممکن است ولی امروزه با تکنولوژی های نو ظهوری مانند شناخت حسی کامپیوتر، ماشین های یادگیرنده، و ماموران هوشمند این امر دیگر غیر ممکن نیست و پیشبینی آنها به ترتیب تا سال های ۲۰۰۸، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹ انجام شده است. این تغییرات ممکن است فقدان دانش محققان را نشان دهد ولیکن آنها معمولاً بر روی عدم اطمینان های عمده که تغییرات تکنولوژیکی عمده را در بر گرفته تاکید می کنند.

TABLE 2
Decade 1: 2001–2010

| Ref. # | Event | Year | SD | p | Demand | Nation |
|--------|----------------------------------|------|------|------|--------|------------|
| 7.1 | Entertainment on-demand | 2003 | 4.6 | 0.84 | 90.0 | U.S. |
| 7.2 | Videoconferencing | 2004 | 4.3 | 0.83 | 44.5 | U.S. |
| 4.3 | PC convergence | 2005 | 6.4 | 0.84 | 111.4 | U.S. |
| 4.4 | Entertainment centers | 2006 | 7.4 | 0.83 | 108.6 | U.S. |
| 7.7 | Distance learning | | 5.2 | 0.78 | 41.5 | U.S. |
| 2.1 | CFCs are replaced | | 5.7 | 0.77 | 52.2 | U.S. |
| 4.6 | Advanced data storage | | 8.5 | 0.75 | 43.6 | U.S. |
| 6.2 | Standard digital protocol | | 5.2 | 0.70 | 70.0 | U.S. |
| 12.2 | Hybrid vehicles common | | 5.4 | 0.69 | 87.0 | U.S. |
| 6.1 | PCS gains markets | | 4.1 | 0.56 | 42.1 | U.S. |
| 10.1 | Computerized self-care | 2007 | 3.3 | 0.82 | 87.0 | U.S. |
| 6.4 | Groupware systems | | 4.6 | 0.75 | 33.3 | U.S. |
| 5.3 | Computer sensory recognition | | 6.2 | 0.73 | 34.3 | U.S. |
| 5.1 | Modular software | | 5.7 | 0.72 | 47.1 | U.S. |
| 4.2 | Parallel processing computing | 2008 | 10.2 | 0.80 | 63.6 | U.S. |
| 6.3 | Information superhighway | | 5.5 | 0.78 | 74.3 | U.S. |
| 3.1 | Genetically produced food | | 5.1 | 0.75 | 66.8 | U.S. |
| 4.1 | Personal digital assistants | | 6.3 | 0.75 | 53.8 | U.S. |
| 2.2 | 1/2 household waste recycled | | 5.9 | 0.74 | 53.2 | U.S./Japan |
| 5.5 | Intelligent agents | 2009 | 9.5 | 0.79 | 28.5 | U.S. |
| 5.6 | Ubiquitous computing environment | | 7.2 | 0.75 | 32.5 | U.S. |
| 6.5 | Broadband networks | | 5.6 | 0.70 | 103.3 | U.S. |
| 7.4 | Electronic banking/cash | | 7.1 | 0.70 | 69.0 | U.S. |
| 10.2 | Holistic health care | | 4.2 | 0.61 | 55.0 | U.S. |
| 1.1 | Alternative energy sources | 2010 | 10.7 | 0.77 | 45.6 | U.S. |
| 2.3 | “Green” environmental methods | | 10.0 | 0.73 | 90.0 | U.S. |
| 5.2 | Expert systems | | 7.9 | 0.72 | 59.3 | U.S. |

دیگر منابع انحراف در اطلاعات دامنه، ممکن است به وسیله نسخه هایی در سوالات پیمایش توضیح داده شود. انحراف در پاسخ دهندگان، تغییر شرایط اقتصادی و اجتماعی زمان، و مناقشه بر سر احتمال پذیری تکنولوژی های نوظهور، این عدم اطمینان شایع، نیاز بر پیشبینی های مداوم و ارزیابی های دقیق را مورد تاکید قرار می دهد یعنی همان کاری که ما تلاش کردیم در این گزارش انجام دهیم.

سناریو های ظهور تکنولوژیکی:

عجیبترین رخداد اجتماعی، اقتصادی و تکنولوژیکی هنگامی رخ می دهد که مسیر تکنولوژی های نوظهور یکدیگر را قطع می کنند. از آنجایی که هیچ یک از پیشرفت های شامل شده در پیمایش ۱۹۹۷ پیشبینی رخداد تا قبل از دهه ۱۹۹۰ برای آنها نرفته بود این امر در طبقه بندی راحت اطلاعات به ما کمک کرد. بنابراین ما آینده را در اینجا به سری های از فواصل زمانی که به وسیله سال پیشبینی سازمان دهی شده در ۳ پنجره حیطة زمانی یا سناریو که دهه های اول، دوم و سوم قرن ۲۱ را نشان می دهد خلاصه می کنیم. از ۸۵ رخداد پیمایش ۲۷ تا در سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷، ۴۶ تا بین ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰، و ۱۲ ت از ۲۰۲۱ به بعد اتفاق می افتد. در جدول، REF عرف استفاده شده در تمام مطالعه برای

اشاره به زمینه و قلم نشان می دهد. انحراف استاندارد، انحراف پاسخ ها درباره سال مرتبط را نشان می دهد. دلی که به احتمال زیاد تکنولوژی مورد بحث را توسعه می دهند نیز نشان داده شده است. علاوه بر پیشبینی داده ها، ما تعداد کمی از مشاهدات و روندها را نیز در این سناریو ها برای نشان دادن یک تصویر واضح و تاکید بر بن مایه های عمومی به کار می بریم. (جدول ۲ را ببینید).

انقلاب اطلاعاتی باید در در دهه اول قرن بیستم به بلوغ برسد و پیشرفت های عمده ای را در همه زمینه ها ایجاد نماید.

ارتباط داخلی چندرسانه ای ها موضوع غالب خواهد بود و به افراد اجازه می دهد تا بدون هیچ فاصله و شکافی در راستای رسانه های اطلاعاتی گوناگون و مرزهای جغرافیایی با یکدیگر تعامل کنند. واقعیت مجازی و صفحه نمایش های بسیار گسترده در مانیتور های کامپیوتر اتفاق خواهد افتاد و اجازه دیدن کاربرد های همزمان چندگانه، ملاقات های مجازی و همکاری های گروهی را به کاربران خواهد داد. آموزش، سرگرمی، تجارت و توریسم به دوران جدیدی از دسترسی الکترونیکی وارد خواهند شد. نرم افزار های پیشرفته، مصرف کنندگان و حرفه ای ها را قادر خواهند کرد تا ماموران هوشمند را برای پالایش اطلاعات و اخبار به کار گیرند. سیستم های خبره ممکن است کاربرد های روتین را مانند معاونان دکتر، وکیل و دیگر حرفه ها را معرفی کنند. این قابلیت ها بر روی میکروپروسور هایی که در اتومبیل ها، دیوارها و محصولات خانگی تعبیه شده است عمل می کند.

اگر چه این پیشرفت ها در تکنولوژی اطلاعات عنوانین اول روزنامه را به خود اختصاص خواهد داد اما پیشرفت های ژن زیستی و پزشکی با آن به رقابت برخواید خواست. برای مثال جامعه پزشکی اعتبار روش های کل گرا و خود درمانی کامپیوتری را پذیرفته است. حتی امروزه بنا بر گفته david eisenberg فوق لیسانس مدرسه پزشکی هاروارد آمریکایی ها تقریباً ۴۲۵ میلیون ویزیت را از کاربران پزشکی بدیل صورت می دهند و این در حالی است که ویزیت پزشکان معمولی حدود ۳۸۸ میلیون است. شاخه های جدید حیوانی و گیاه ژنتیک امکان طراحی غذا ها و کشاورزی سفارشی را فراهم می آورد.

فرم های بدیل انرژی، مدیریت محیطی، و حمل و نقل تغییرات اساسی را سبک زندگی ما ایجاد می کنند. کنترل آلودگی و و تلاش های بازیابی بسیار موثر در کشور های توسعه یافته به امری معمولی بدل خواهد شد. و به کشور های در حال توسعه مانند چین اجازه خواهد داد تا صنایع کثیف را به نفع صنایع تمیز و توسعه پایدار رها کنند. و ماشین های هیبریدی نیز در بزرگراه ها دیده خواهند شد. (جدول ۳)

اوایل دهه ۲۰۱۰ شاهد پیشرفت های تکنولوژیکی چشمگیر از دیدگاه تعداد، حوزه و مهارت خواهد بود به گونه ای که شهروندان تا به حال آنرا تجربه نکرده اند.

تکنولوژی اطلاعات آنچنان پذیرفته شده و عادی خواهد شد که کار، آموزش، خرید و انتشارات الکترونیکی روش عادی زندگی خواهد شد کامپیوتر های بسیار قدرتمند تر تکنولوژی های نوری و بیوچیپس ها شروع به شبیه سازی مغز انسانی در شناخت حسی و پردازش کامل می کنند و این امر اجازه می دهد به شبکه های عصبی و هوش مصنوعی تا در عملکرد، مانند وظایفی که یک ماشین ترجمه اتوماتیک انجام می دهد فعال باشند.

این مساله دهه انتشار تکنولوژی اطلاعات خواهد بود. ارتباطات داخلی در میان تکنولوژی ها گوناگون زمینه های دیگر را تغییر شکل خواهد داد و مقدار عظیمی از اطلاعات به سرعت برای افراد عادی مطابق با تقاضایشان موجود خواهد بود. پژوهش دانشگاهی در همه جا، در هر کتابخانه ای و با هر همکاری انجام خواهد گرفت مسافران جایی را که قصد رفتن دارند به خوبی می شناسند و از طریق شبکه موقعیت یاب می دانند که چمدانشان در هر لحظه کجاست. و بسیاری از مسافرت ها مجازی خواهد شد. تکنولوژی اطلاعات به والدین اجازه می دهد تا فرزندانشان را، کشاورزان غلاتشان را، دولت ها جنایتکاران را و هواشناسان آب و هوا را چک کنند. کارخانه های اتوماتیک جزئیات شخصی سلاقی مصرف کنندگان را به محصولات سفارشی انبوه تبدیل کنند. مشاغل یقه آبی به کمتر از ۱۰ درصد نیروی کار تقلیل خواهد یافت همان چیزی که یک دهه قبل برای کارکنان فعال در کشاورزی روی داد.

تعداد زیاد دیگری از تکنولوژی های پیشرفته جنبه های گوناگون زندگی ما را تغییر خواهند داد. انقلاب مهندسی بیوژنتیک معالجه و پیشگیری از بیماری ها را از طریق ژن درمانی فراهم خواهد آورد و آنگاه ممکن است که به مرز مناقشه انگیز اصلاح کد ژنی انسان بدل گردد. کشاورزان با اصلاح ژنتیکی محصولات بازده بیشتری را فراهم می آورند و محصولات خود را مقاوم به آفت ها می کنند کلونینگ یا تولید اندام ها طول عمر انسان را افزایش خواهد داد. مواد کامپوزیت، نانو تکنولوژی و روش های دیگر اجازه تولید تقریباً هر محصول فیزیکی را می دهد. نظر به اینکه قطار های مغناطیسی تندرو، خودرو های با پیل سوختی و سیستم های حمل و نقل هوشمند اجازه تحرک پذیری گسترده ای را برای بشر فراهم می آورند. ضمناً منابع انرژی بدیل، کشاورزی ارگانیک، کشت آبی، و زیست بوم شناسی صنعتی برای تلطیف لبه های برنده این دنیا با تکنولوژی بالا به کار خواهد رفت.

TABLE 3
Decade 2: 2011–2020

| Ref. # | Event | Year | SD | <i>p</i> | Demand | Nation |
|--------|------------------------------------|------|------|----------|--------|------------|
| 8.3 | Mass customization | 2011 | 6.1 | 0.73 | 330.0 | U.S. |
| 12.3 | Electric cars are common | | 9.2 | 0.70 | 102.0 | U.S. |
| 1.4 | Organic energy sources | | 7.8 | 0.60 | 43.0 | U.S. |
| 9.5 | Buckyballs and buckytubes | | 2.0 | 0.59 | 20.0 | U.S. |
| 8.1 | CIM used in most factories | 2012 | 6.1 | 0.73 | 124.0 | U.S./Japan |
| 5.8 | Machine learning | | 9.0 | 0.67 | 31.0 | U.S. |
| 5.4 | Computer language translation | | 6.2 | 0.65 | 40.9 | U.S. |
| 3.2 | Farm chemicals drop 1/2 | | 6.6 | 0.60 | 27.5 | U.S. |
| 10.4 | Gene therapy | 2013 | 5.1 | 0.63 | 63.3 | U.S. |
| 7.3 | On-line publishing | | 7.1 | 0.60 | 65.8 | U.S. |
| 10.8 | Major diseases cured | | 9.8 | 0.58 | 116.0 | U.S. |
| 9.2 | 1/2 of autos recyclable | | 5.3 | 0.58 | 51.0 | U.S. |
| 4.5 | Optical computers | 2014 | 10.5 | 0.64 | 67.1 | U.S. |
| 9.1 | Ceramic engines | | 9.0 | 0.58 | 49.0 | U.S. |
| 3.4 | Aquaculture | | 6.7 | 0.56 | 52.4 | Japan |
| 10.7 | Computerized vision implants | | 4.4 | 0.56 | 31.7 | U.S. |
| 3.6 | Precision farming | 2015 | 10.9 | 0.69 | 71.4 | U.S. |
| 8.2 | Factory jobs drop to 10% | | 6.6 | 0.67 | 150.0 | U.S. |
| 5.7 | Neural networks | | 9.9 | 0.61 | 28.5 | U.S. |
| 3.3 | Alternative/Organic farming | | 9.8 | 0.57 | 76.0 | U.S. |
| 9.3 | Superconducting materials | | 5.8 | 0.56 | 43.0 | U.S. |
| 2.6 | Industrial ecology | | 9.4 | 0.55 | 48.0 | U.S. |
| 3.8 | Hydroponic produce | | 8.7 | 0.53 | 40.0 | U.S. |
| 8.5 | Nanotechnology | 2016 | 10.2 | 0.66 | 31.3 | U.S. |
| 2.4 | Recycled goods | | 11.8 | 0.66 | 126.0 | Germany |
| 8.4 | Sophisticated robots | | 9.4 | 0.64 | 130.0 | Japan |
| 1.2 | Energy/efficiency | | 10.0 | 0.61 | 49.2 | U.S. |
| 2.5 | Fossil fuels cut greenhouse gas | | 9.5 | 0.59 | 46.0 | U.S. |
| 12.4 | Fuel cell electric cars | | 13.7 | 0.58 | 116.0 | U.S. |
| 12.7 | Intelligent transportation systems | | 6.4 | 0.58 | 90.0 | U.S. |
| 9.4 | Material composites | | 5.8 | 0.53 | 100.0 | U.S. |
| 12.1 | High-Speed Maglev | 2017 | 9.5 | 0.58 | 120.0 | Japan |
| 4.7 | Biochips | | 10.7 | 0.54 | 57.8 | U.S. |
| 1.3 | Fuel cells | | 11.1 | 0.53 | 61.2 | U.S. |
| 11.5 | New materials from space | 2018 | 5.0 | 0.57 | 21.5 | U.S. |
| 7.5 | 1/2 of goods sold electronically | | 13.0 | 0.55 | 208.3 | U.S. |
| 12.6 | Automated highway systems | | 5.0 | 0.55 | 70.0 | U.S. |
| 10.5 | Cloning/organ replacement | | 9.8 | 0.53 | 62.7 | U.S. |
| 11.1 | Private space ventures | 2019 | 6.1 | 0.62 | 60.0 | U.S./Int'l |
| 10.6 | Synthetic body parts | | 10.9 | 0.58 | 68.3 | U.S. |
| 7.6 | Telecommuting | | 7.5 | 0.56 | 468.0 | U.S. |
| 3.5 | Farm automation | 2020 | 9.7 | 0.60 | 82.4 | U.S. |
| 3.7 | Urban greenhouses | | 11.4 | 0.53 | 55.0 | U.S. |
| 10.3 | Genetic engineering | | 9.9 | 0.53 | 21.3 | U.S. |
| 1.7 | Hydrogen energy | | 12.2 | 0.50 | 102.0 | U.S. |
| 1.5 | Fission power | | 20.1 | 0.46 | 26.3 | France |

دهه سوم قرن بیست و یکم، نفوذ به مرزهای جدید، مواد پیشرفته، اشکال جدید حمل و نقل، و فضا را به خود خواهد

دید

TABLE 4
Decade 3: 2021 and Beyond

| Ref. # | Event | Year | SD | <i>p</i> | Demand | Nation |
|--------|---------------------------|------|------|----------|--------|------------|
| 3.9 | Artificial foods | 2022 | 9.1 | 0.39 | 74.8 | U.S. |
| 12.9 | Clustered communities | 2023 | 12.4 | 0.53 | 85.0 | U.S. |
| 12.8 | Personal rapid transit | 2024 | 10.8 | 0.43 | 62.5 | U.S. |
| 12.5 | Hypersonic air travel | 2025 | 12.6 | 0.48 | 91.0 | U.S. |
| 9.7 | Intelligent materials | 2026 | 11.4 | 0.57 | 66.0 | U.S. |
| 1.6 | Fusion power | | 8.7 | 0.50 | 113.3 | U.S. |
| 9.6 | Self-Assembling materials | 2027 | 12.5 | 0.56 | 82.0 | U.S. |
| 11.3 | Permanent moon base | 2028 | 11.5 | 0.55 | 32.5 | U.S./Int'l |
| 11.2 | Manned Mars mission | 2037 | 15.4 | 0.59 | 30.0 | U.S./Int'l |
| 11.4 | Stellar exploration | 2042 | 21.9 | 0.51 | 47.5 | U.S./Int'l |
| 11.7 | Extraterrestrial contact | 2049 | 22.5 | 0.33 | 45.3 | U.S./Int'l |
| 11.6 | Near-Light speed achieved | 2062 | 28.2 | 0.43 | 75.5 | U.S./Int'l |

برای مثال، قابلیت های مواد هوشمند و خود مونتاژ شونده، قدرت فوزیون، غذا های مصنوعی و دیگر تکنولوژی های پیشرفته به طور شگفت انگیزی پیشرفت خواهند کرد. محدودیت های اخلاقی و فیزیکی این قدرت های فوق العاده چه چیز هایی هستند؟

ملت ها به پیدا کردن خودشان با نفوذ نسبی کمتری نسبت به شرکت های چند ملیتی و جوامع خوشه بندی شده و مجازی ادامه می دهند و این روند احتمالاً تنشی را میان شرکت های محلی و جهانی ایجاد خواهد کرد. تا چه حدی آیا یک سیستم حمل و نقل پیشرفته یا پروازهای مافوق صوت این مشکل را حل خواهد کرد؟ چه الگوهای زندگی جدیدی ظاهر خواهد شد که جهانی سازی و بومی سازی را به یکدیگر مرتبط کند؟

دیگر چالش های عمده، جهانی خواهد بود بنابراین به نظر می رسد که یک اتفاق آرا جهانی برای پیشرفت، روی موضوعات جمعیتی، توسعه فضا، بیو مهندسی انسانی و دیگر موارد مورد نیاز باشد. برای مثال هیچ ملت واحدی نمی تواند منابع لازم برای توسعه پروژه های مربوط به فضا یا شبکه انرژی منظومه ای را تامین کند. اگر جامعه ای تمایل به تعقیب این اهداف دارد، این امر در بازسازی عمیق روابط بین المللی نهفته است. چه نوع نظم جهانی ظاهر خواهد شد؟ آیا تکنولوژی محرک تغییر اجتماعی خواهد بود یا نسل های آینده به واسطه موضوعاتی مانند محیط یا معنویت برانگیخته خواهند شد؟

بحث:

مشارکت کنندگان پیمایش، حامیان مالی، در خاطر نشان کردن محدودیت های ما در پیشبینی و پیشنهاد اصلاحاتی در روش شناسی موفق بودند. برای مثال، توضیحاتی از سوی گروه به فراهم آوردن یک معنی عمیق برای نتایج پیمایش

منجر شد. نظر به اینکه داده ها می توانند ارزیابی های عینی از تغییرات پیش رو ارائه دهند، نگاه های ویژه افرا د، زندگی را به تعداد افراد تفکیک می کند .

بعضی خاطر نشان کردند که این امر شفاف نیست که حوزه مورد بررسی ایالات متحده را پوشش دهد یا کشور های توسعه یافته را یا تمام جهان را. اغلب مشارکت کنندگان فکر می کردند که بعضی از تکنولوژی های نوظهور نمی تواند از دیدگاه ملل پیشرو ارزیابی گردد. به علاوه اختلاف نظری در مورد تمایل ایالات متحده در باره پیشگامی در یک تکنولوژی جدید ولی کشور های دیگر، توسعه یا انتشار آن وجود داشت. وقتی که ما به اصطلاح کشور های صنعتی اشاره کردیم بسیاری تعجب کردند که آیا منظور آیا آن کشورهایی است که اخیرا صنعتی شده اند یا آنهایی که در آینده صنعتی خواهند شد. و بعضی بر روی یک تمرکز بین المللی تر موافق بودند. در دور بعدی، تصمیم خواهیم گرفت که آیا این پیش بینی باید به ایالات متحده شود یا خیر. با فرض وجود پیمایش های دلفی در ژاپن و اروپا، یک پیمایش در ایالات متحده ممکن است خطایی را در مطالعات تطبیقی میان فرهنگی و مقایسات بین المللی ایجاد کند.

در توسعه روش شناسی، مابا موانع گوناگونی رویه رو شدیم که قبلا ذکر شد. بخش تقاضای بازار بسیار مستلزم توجه بود. این بخش برای پاسخ دهندگان دشوارترین بخش بود و بیشترین انحراف را نیز داشت. یکی از اعضای گروه توضیح داد که این مساله قابلیت های پیشبینی دقیق ترین پیشبین ها را نیز تحریف می کند. چه اینکه در ۱۹۸۰ نیز قوی ترین اقتصاد دانان بازار فعلی کامپیوتر های شخصی را پیشبینی نمی کردند. اگر چه ما یک چنان محدودیت هایی را شناسایی کردیم اما این جزء تنها نشانه ای از اثرات اقتصادی احتمالی را آشکار می کند. این مساله تلاش می کند تا یک رقم دلاری برای ریسک ها و پاداش های بالقوه مرتبط با یک توسعه معین را نشان دهد.

اثر معتاد تکنولوژی یا جنون هزاره برای تحریف نتایج بدون توجه باقی نماند. یکی از اعضای گروه پرسید که آیا روش دلفی واقعا اثربخشی تبلیغ را بیش از نوآوری تکنولوژیکی دارد؟ دیگر عضو گروه تصور می کرد که ما پیش بینی های زیادی را که حدود سال ۲۰۰۰ خوشه بندی شده باشد در اختیار داریم.

تعدادی از اعضای گروه پیشنهاداتی برای نوآوری و گسترش پیمایش را داشتند. یکی پیشنهاد مقایسات PAIR-WISE برای ارزیابی احتمال نسبی رخداد ها پیشنهاد کرد. "من باید بگویم که استفاده روتین از سیستم های خبره ۲ برابر احتمال استفاده از شبکه های عصبی در کامپیوتر های موازی است و ۳ برابر احتمال ترجمه زبانی است علیرغم اینکه پیشبینی نشان داد که احتمال تمامی آنها برابر است تقریبا. تفکیک متخصصان از افراد عادی یک اصلاح لازم برای تحقیق بود و یکی از شرکت کنندگان نیز پیشنهاد حضور یک تحلیلگر اقتصادی را که روند های تکنولوژی بالا را دنبال می کند برای مشارکت در بخش بازاری مطالعه را داد.

از آنجاییکه پیشبینی آخری انجام شده است رخداد های جدید بر برخی نتایج غلبه کرده است. مثال هایی مانند زندگی روی مریخ، کشف آب روی ماه، کلونینگ، هیجان فوق العاده راجع به ایجاد نسخه دوم اینترنت، و پیشرفت های فوق العاده

در صنعت کامپیوتر و ارتباطات، این رخدادها بر نیاز به بازبینی مداوم روش‌شناسی ما برای برای نشان دادن حالت به روز علوم و تکنولوژی ضروری است.

البته نوسان فراگیر تکنولوژی اطلاعات یک موضوع مداوم است که در تمام پیشبینی‌ها و عکس‌العمل‌های مشاوران خودنمایی می‌کند. یک توضیح، تغییراتی که باید پیشبینی شود هنگامی که IT شروع به گسترش در صنایع و زمینه‌های گوناگون می‌کند این است که: تکنولوژی‌های ارتباطی اثر عمیق‌تری روی جامعه ما نسبت به تکنولوژی‌های ترکیبی اتومبیل، قدرت اتمی و حتی الکتریسیته خواهند داشت. بعضی خاطر نشان کرده‌اند که IT اثرات مضر نیز داشته است؛ روابط میان شخصی ضعیف‌ناپدید خواهند شد رویهمرفته به این علت که روابط انسانی در مقایسه با خلق احساسات و واقعیت‌ها مطابق دستورات بسیارناکارا هستند. این امر در حقیقت آفیونی برای توده‌ها است که منجر به افراد بسیار غیرمطلع و درگیر در خودبخش‌ها می‌گردد. دیگری بیان می‌کند که ما در فرآیند خلق یک محل بسیار پیچیده برای جهت‌دادن به سرنوشت انسانیت به سمت توده‌هایی که مورد توهین واقع می‌گردند هستیم.

قبلاً بیان کردیم که پذیرش عمومی تکنولوژی‌های پیشرفته اغلب یک عامل محدودکننده را نشان می‌دهد مانند موانع مقرراتی، نهادها، جمعیت‌شناسی، نیازهای مصرف‌کنندگان، نگرش‌ها و فعالیت‌های سنتی. اگر چه ما از پاسخ دهندگان خواستیم تا این موارد را لحاظ کنند، یک شرکت‌کننده خاطر نشان کرد که اثر اجتماعی به تنهایی خود نیاز به یک مطالعه دارد. چه کسی پیشبینی کرد که مدل t فوردها و رسوم جنسی را تغییر داد؟ ممکن است که عده‌ای این کار را کرده باشند ولی من شرط می‌بندم که از هیچ‌کس در این باره پرسش نشد. دیگر عضو گروه احتمال اینکه قدرت فزاینده از الکتریسیته جهانی را تامین کند را به چالش کشید. "سوخت‌های فسیلی به سرعتی که انتظار می‌رفت یا ما امیدوار بودیم در حال گران‌شدن نیستند لذا سیاست‌ها و اقتصاد انرژی اتمی خوب به نظر نرسید. در بلندمدت، رقابت از ذغال تمیزتر با تکنولوژی‌های پیشرفته همراه با انرژی خورشیدی در حال مهمتر شدن هستند. و مساله‌ای مانند مساله تروریسم و تکثیر سلاح‌های اتمی مشکلات سیاسی جدی‌تری را ایجاد خواهد کرد. دارو و مراقبت‌های پزشکی، نواحی دیگری هستند که به واسطه تلاش‌های غیرمرتبط با تکنولوژی تحت تاثیر قرار گرفته‌اند. یکی از مشارکت‌کنندگان گفت: نیروی محرکه در مراقبت‌های بهداشتی خودآگاهی بالاتر نیست بلکه بار مالی محض انتصاب همه مسائل مالی به صنعت پزشکی است. "مراقبت‌های پزشکی کل‌گرا، با مجموعه‌ای از نگرش‌های مناقشه‌ای رویه رواست.

این ملاحظات اجتماعی ممکن است دلیلی باشد که نتایج تکنولوژی اطلاعات به نظر می‌رسد محافظه‌کارانه باشد. به نظر می‌رسد عقب‌ماندگی که قبلاً گزارش داده شد و میان پیشرفت تکنولوژی و پذیرش آن بود انتشار اغلب تکنولوژی‌های نوظهور را سال‌ها بعد از معرفی آنها به تاخیر می‌اندازد. برای مثال اعضای گروه تمایل به توافق روی این موضوع داشتند که تغییرات در سبک زندگی نیاز است تا قبل از جایگزینی تکنولوژی‌های جدید روی دهد. باید به خاطر داشت

که بسیاری از تکنولوژی های نوظهور اشاره به نسخه های پیشرفته تری می کنند که نیاز است تا یک پذیرش عمومی گسترده ای را برای تبدیل شدن به یک جریان عمده به دست آورند. برای مثال اگر چه بسیاری از تکنولوژی های اطلاعاتی اکنون موجود هستند، با در اطراف ما وجود دارند اما هنوز در فرم اولیه یا کاربرد های بسیار محدود هستند.

یک منبع عمده اختلاف نظر، تمایل غالب برای دیدن چهره به چهره و تعامل الکترونیکی به صورت انحصاری دوگانه است. یکی از مشارکت کنندگان اینگونه بیان می دارد: یکی از ویژگی های اساسی انسانی در تضاد با تکنولوژی است. افراد تمایل دارند لباس های خود را ببینند و احساس کنند، گوجه فرنگی را بچلانند - ولی تا حدی که افراد تمایل به خرید چیزی دارند که به طور فیزیکی قابل لمس نباشد، آنها اغلب تا سال ۲۰۲۰ خرید های خود را عمدتاً از طریق نوعی فرآیند از راه دور خریداری می کنند. در اشاره به نشر روی خط (online) عضو دیگری از گروه گفت که: افراد مایلند تا کتاب ها را در دست نشان نگه دارند. و این نیز جمله ای است که وی در مورد خرید الکترونیکی گفته است: افراد تمایل دارند تا چیز ها را آزمایش کنند. یک پیمایش در ایالات متحده روی دختران نوجوان نشان داده است که خرید بیش از ۹۰ درصد لیست فعالیت های مورد علاقه آنها را تشکیل می دهد. این دیدگاه ها بدون شک معتبر هستند ولی یک نتیجه موفق تر این است که هم روابط مبتنی بر تکنولوژی اطلاعات و هم تماس چهره به چهره سنتی احتمال بیشتری دارد تا استفاده ای را به عنوان جایگزینی برای یکدیگر پیدا کنند و به اهداف گوناگون خدمت کنند.

ما مایدواریم که دیگر محققان که یافته های ما را به منظور یافتن این اثرات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی به طور کامل تر تکمیل کنند.