

چهار تکنیک برای ارزشیابی ایده

منبع: Ullman, David G., *The Mechanical Design Process*, McGraw-Hill, 2nd edition, 1997

در اینجا فنونی برای انتخاب بهترین ایده جهت توسعه محصول به خواننده ارائه خواهد شد. هدف از این بخش اینست که با به کارگیری حداقل منابع، ایده ای که بیشترین پتانسیل برای تبدیل شدن به محصولی با کیفیت را داراست، انتخاب گردد. اما مشکل اینجاست که هنگام ارزشیابی ایده، طراح باید با دانش و اطلاعات محدود نسبت به ایده ها، دست به انتخاب بزند!

سؤالی که در فرآیند توسعه مطرح می شود، اینست که «چه موقع باید یک ایده واحد را برگزید؟» در حالت ایده آل، در این مرحله می بایست اطلاعات کافی در مورد هر ایده دانسته شود تا با انتخاب یک گزینه، تمام منابع در راستای توسعه این ایده به خدمت گرفته شوند. از سوی دیگر پالایش و تکمیل محدود تعدادی از ایده ها قبل از اجرای نهایی یکی از آنها، ریسک کمتری را در پی دارد. بسیاری از شرکت ها تنها یک ایده تولید می کنند و سپس زمانی را صرف توسعه آن می نمایند. سایرین ایده هایی را به موازات یکدیگر توسعه می دهند و آنهایی که ضعیف تر هستند، در طول فرآیند کنار گذاشته می شوند. اما باید به این نکته توجه داشت که هر شرکت برای توسعه محصول، فرهنگ خاص خود را دارد و کسی نمی تواند تعداد دقیق ایده هایی که باید تولید یا ارزشیابی شوند را تعیین نماید.

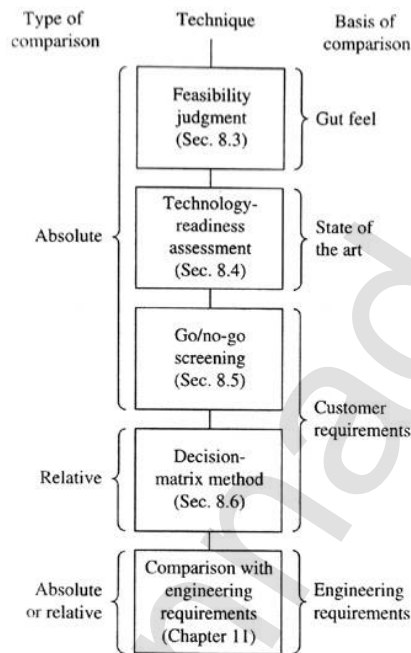
چگونه می توان یک «ایده مفهومی خام»^۱ را ارزشیابی کرد در حالیکه این ایده ها کمابیش انتزاعی هستند، جزئیات اندکی دارند و نمی توان آنها را مورد اندازه گیری قرار داد؟ آیا برای مقایسه با اهداف مهندسی که در طول «توسعه مشخصات مسأله»^۲ تعیین می شوند، می بایست زمانی را صرف پالایش، ساختار دادن و قابل اندازه گیری کردن پارامترهای ایده ها نمود؟ آیا باید ایده ای که در ابتدا به نظر مناسب ترین راه حل می رسد را برای ادامه فرآیند توسعه محصول برگزید، با این امید که تبدیل به محصولی با کیفیت خواهد شد؟

در این بخش متدی ارائه خواهد شد که تصمیم گیری در مورد ایده ها، مبتنی بر دانش و اطلاعات محدود در مورد آنها را تسهیل خواهد نمود. این روش چهار تکنیک متفاوت را برای کاستن از تعداد ایده های

^۱ . rough conceptual idea

^۲ . problem specification development

تولید شده ارائه می کند تا بوسیله آن ایده های اندکی که قابلیت اعتماد بیشتری برای توسعه محصول با کیفیت را دارند، انتخاب شوند. این چهار تکنیک در چهار مربع اول شکل ۱ ارائه شده اند و عناوین مختلف این بخش را در بر می گیرند. اما مربع پنجم «مقایسه با نیازهای مهندسی» در فصل یازدهم کتاب مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱: تکنیک های ارزشیابی

ارزشیابی مورد استفاده در این متن، بر پایه «مقایسه» و «تصمیم سازی» استوار شده که بگونه ای تنگاتنگ، در رابطه با یکدیگر قرار دارند. مقایسه میان ایده ها و نیازهایی که باید بر آنها پاسخگو باشند، اطلاعات لازم جهت تصمیم گیری را به دست می دهد. بنابراین تکنیک های ارائه شده در این بخش بر روی آن گونه از ارزشیابی محصول متمرکز شده اند که بر جزء جزء گزینه ها و معیارها برای ارزشیابی آنها و مقایسه گزینه ها با معیارها و نیز با یکدیگر تأکید می کند.

دو نوع مقایسه وجود دارد. در گونه اول هر ایده مستقیماً با تعدادی از معیارها مقایسه می شود و در نوع دوم، ایده ها با استفاده از اندازه های تعریف شده بوسیله معیارها، مورد مقایسه قرار می گیرند. سه قسمت اول تکنیک های مقایسه، همگی به عنوان فیلتری برای یک تکنیک مقایسه مرتبط، موسوم به «جدول تصمیم گیری»^۱، مورد استفاده قرار می گیرند. مجموع این چهار تکنیک بهترین ابزار برای ارزشیابی ایده ها هستند. هر تکنیک می تواند برای این تصمیم که کدام ایده می تواند برای ادامه فعالیت توسعه محصول مفید باشد، مورد استفاده قرار گیرد. آخرین تکنیک «مقایسه با نیازهای مهندسی» به طور کلی برای

^۱. decision matrix

ارزشیابی محصول در هنگامی به کار می رود که ارزش هر پارامتر برای مقایسه، شناسایی شده است. هرچند که برخی از ایده ها تا اندازه ای برای ارزشیابی در این سطح، پالایش خواهند شد. برای مقایسه آلترناتیوها^۱ و معیارها باید به یک نوع زبان مشترک میان آنها دست یافت و همگی ایده ها باید در یک سطح از خلاصگی و انتزاع ارائه شوند. به طور مثال فضای لازم برای یک محصول که به صورت طولی باید در آن فیت^۲ شود، 2.00 ± 0.005 اینچ است. یک ایده پالایش نیافته برای چنین محصولی ممکن است با واژه «کوتاه» تعریف شود که در این صورت مقایسه آن با طول مشخص 2.00 ± 0.005 غیرممکن است. چون واژه «کوتاه» با یک عدد مشخص، هم تراز نیست و دو کمیت در سطوح مختلفی از انتزاع هستند، به روشنی می توان دریافت که مقایسه میان آنها کاری بی معنی است. مشکل دیگر در ابهام موجود در ایده هایی است که در این مرحله تا حدود زیادی انتزاعی هستند. این ایده ها گاهی پس از آنکه مورد پالایش و تکمیل قرار گرفتند، رفتاری متفاوت از آنچه در ابتدا از آنها مورد انتظار بود، نشان می دهند. دانش بیشتر پیرامون ایده ها باعث می شود که عوامل غیرمنتظره کاهش یابند هرچند که حتی در فضای شناخته شده ای که ایده برای توسعه یک محصول مورد پالایش قرار می گیرد نیز، فاکتورهای غیرمنتظره ای رُخ می دهند.

در نهایت سوال اینجاست که «چه زمانی باید به یک ایده واحد دست یافت؟» در حالت ایده آل طراح در این نقطه باید در مورد هر ایده دانش کافی داشته باشد تا با برگزیدن یکی از آنها، تمام منابع ممکن را برای توسعه این ایده بسیج نماید. از سوی دیگر، پالایش تعدادی از ایده ها قبل از گزینش یکی از آنها کار عاقلانه ای است. طراحان شرکت «تویوتا»^۳ از این قاعده تبعیت می کنند و آن را «فرآیند باریک سازی موازی»^۴ نام نهاده اند. در این فرآیند تیم طراحی تعدادی ایده را به طور موازی توسعه می دهد و با کسب اطلاعات و دانش بیشتر در مورد آنها، ایده هایی که قابلیت های کمتری دارند، به تدریج کنار گذاشته می شوند.

بازنمایی اطلاعات در ارزشیابی ایده

در برنامه ریزی پروژه، مدل هایی برای استفاده از اطلاعات ارائه شده در زمان توسعه ایده تعیین می شوند. مدل های فیزیکی یا نمونه های اولیه با اثبات رفتار ایده، برای مقایسه با نیازهای عملکردی^۵، ارزشیابی را پشتیبانی می کنند. اگر شکل طرح را نمایش دهیم، آنگاه ارزشیابی بر روی مقایسه با فرم

^۱ . alternative

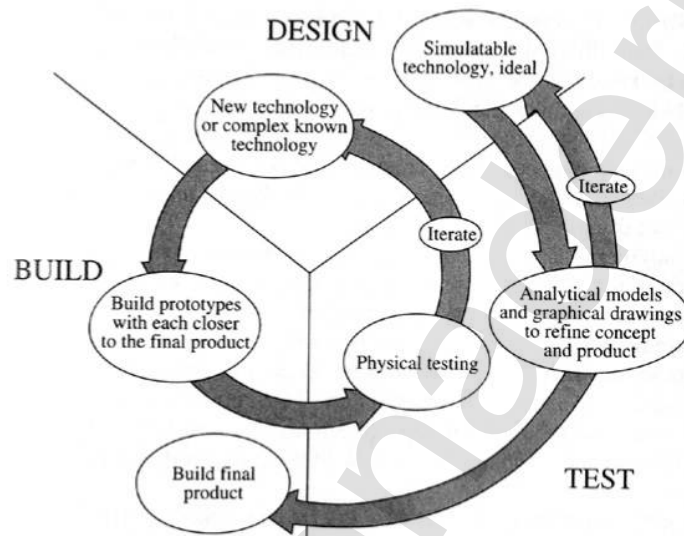
^۲ . fit

^۳ . Toyota

^۴ . parallel set narrowing process

^۵ . functional requirement

متمرکز خواهد شد. گاهی اوقات نمونه های اولیه^۱ بسیار ابتدایی هستند و از مقوا، سیم یا حداقل مواد ممکن که در کنار هم، کارآمد بودن ایده را نشان می دهند، ساخته می شوند. اما اگر طرح بر مبنای فناوری های نوین یا فناوری های شناخته شده اما پیچیده استوار باشد، ساخت مدل فیزیکی و تست آن، تنها از طریق حصول این امر ممکن می شود. این چرخه که به «طراحی-ساخت-تست»^۲ موسوم است، در حلقه داخلی شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲: چرخه های ارزشیابی طراحی

زمان و هزینه ساخت مدل های فیزیکی از طریق توسعه مدل های تحلیلی^۳ و شبیه سازی^۴ حذف خواهد شد چرا که ایده پیشاپیش ساخته شده و بررسی ها بدون ساخت سخت افزار امکان پذیر می شود. این مورد موسوم به «چرخه طراحی-تست-ساخت»^۵ در حلقه خارجی شکل ۲ نمایش داده شده است. اگر مدل های تحلیلی رایانه ای، با بازنمایی گرافیکی ایده از طریق رایانه یکپارچه باشند، هم فرم و هم عملکرد بدون ساخت هیچ گونه سخت افزاری می تواند مورد آزمایش قرار گیرد. با به حداقل رسیدن هزینه و زمان، چنین امری ایده آل به نظر می رسد و این از خواص واقعیت مجازی^۶ است. شبیه سازی، فرم و عملکرد ایده و محصول را به گونه ای مؤثر در ارزشیابی پشتیبانی می کند. تحلیل می تواند بر پایه سیستم های ادراکی و مدل های ریاضی استوار شود اما فناوری های نوین و یا پیچیده موجود باید ورای مدل های تحلیلی و از طریق مدل های فیزیکی مورد بررسی قرار گیرند.

1. prototype

2. design-build-test cycle

3. analytical model

4. simulation

5. design-test-build cycle

6. virtual reality

بدون توجه به اینکه کدام نوع بازنمایی انتخاب می شود، تکنیک های موجود در شکل ۱ برای ارزشیابی ایده ها مورد استفاده قرار می گیرند. هر کدام از چهار تکنیک اول در بخش های آتی به تفصیل تشریح می شوند و استفاده از مدل های تحلیلی برای مقایسه نیازهای مهندسی، به فصل یازدهم کتاب ماکول شده است.

ارزشیابی بر مبنای قضاوت در مورد عملی بودن ایده

با پایان یافتن تولید طرح های مفهومی^۲، طراح یکی از عکس العمل های زیر را در مورد ایده ها از خود نشان خواهد داد: ۱) عملی نیست، هرگز کار نخواهد کرد ۲) ممکن است عملی شود، در صورتیکه اتفاق دیگری نیز رخ دهد ۳) برای ملاحظات بیشتر، ارزشمند است. این قضاوت ها در مورد عملی بودن ایده ها بر پایه حس کردن است. در چنین مواقعی، مقایسه بر مبنای تجارب قبلی که به دانش طراحی مربوط می شود، شکل می گیرد. تجربه و دانش بالای یک مهندس در طراحی، می تواند اعتماد پذیری به تصمیم سازی در این مرحله را افزایش دهد. حال باید معانی ضمنی هر کدام از عکس العمل های مذکور را مورد بررسی قرار دهیم.

ایده عملی نیست: اگر یک ایده غیر عملی یا نا کارآمد به نظر رسید قبل از اینکه به کلی رد شود، باید از نقطه نظرهای مختلف مورد ملاحظه قرار گیرد. این سؤال باید پرسیده شود که «چرا ایده عملی نیست؟» ممکن است دلایل زیادی داشته باشد. شاید از لحاظ تکنولوژیک غیر عملی باشد، شاید نیازهای مشتری را برآورده نساخته است. ممکن است آن ایده از آنچه که باید به طور معمول انجام دهد فاصله داشته باشد و یا اینکه چون آن ایده از اصالت لازم برخوردار نیست، مورد حمایت قرار نگیرد. فعلاً بحث پیرامون دو دلیل اول را تا بخش های آتی به تأخیر می اندازیم و در اینجا دو مورد دوم را بررسی می کنیم.

در مورد قضاوت پیرامون ایده هایی که متفاوت هستند باید گفت که انسان بر ترجیح عادات خود نسبت به تغییرات، گرایش طبیعی دارد. بنابراین طراح یا شرکت تمایل دارد ایده های نو را نسبت به آنهایی که هم اکنون وجود دارند، رد نماید. همه جای این قضیه بد نیست چراکه ایده های مرسوم، عملی بودن خود را ثابت کرده اند و کار می کنند. هرچند این دیدگاه می تواند روند بهبود محصول را متوقف نماید و باید مراقب بود که میان تغییر با پتانسیل مثبت و یک ایده ضعیف، فاصله زیادی وجود دارد. بخشی از عُرف

^۱ . feasibility

^۲ . conceptual design

های شرکت در چهارچوب استانداردهای آن قرار می گیرد، بنابراین استانداردها باید مورد سؤال واقع شوند.

این استانداردها برای ادامه فعالیت های مهندسی مفید هستند اما ممکن است به دلیل اطلاعاتی که مبنای تاریخی دارند، محدود کننده باشند. در مورد این مسأله که ایده در اینجا ابداع نشده باید گفت که افراد و شرکت ها همواره وقتی رضایت بیشتری خواهند داشت که ایده خودشان را مورد استفاده قرار دهند. هرچند که قرض گرفتن ایده از دیگران گاهی اوقات مطلوب تر است. باید به خاطر داشت که تنها تعداد معدودی از ایده ها دارای اصالت هستند و بعلاوه بخشی از تکنیک ارائه شده در فصل ششم کتاب، به کاربرد شاخص رقابت در تفهیم مسأله طراحی اختصاص یافت که یکی از دلایل آن درک هرچه بیشتر از محصولات موجودی است که به توسعه محصول جدید کمک می نماید.

دلیل نهایی برای ملاحظه هرچه بیشتر ایده هایی که در ابتدا غیر عملی به نظر می رسند، این است که چنین ایده هایی گهگاه بینش جدیدی را نسبت به مسأله به دست می دهند. بخشی از تکنیک «طوفان مغز»^۱ که در فصل قبل بدان اشاره شد، تولید ایده های بیشتر از آنچه خلق شده، قبل از کنار گذاشتن آن ایده است. اگر می توان ایده های جدیدی تولید نمود، باید از ارزشیابی به مرحله تولید ایده باز گردید.

عملی بودن ایده مشروط است: عکس الم اولیه، ممکن است حاکی از این باشد که یک ایده کارآمد است، اگر امر دیگری اتفاق بیافتد. عوامل دخیل در این حالت می تواند شامل مهبّ بودن فناوری، توانایی کسب دانش روز و یا توسعه بخش های دیگر محصول باشد.

ملاحظات بیشتر در مورد ایده ارزشمند است: مشکل ترین ایده برای ارزشیابی آن است که نتوان به صراحت خوب یا بد بودن آن را تعیین نمود. در این موارد، بازبینی ایده می تواند سودمند واقع شود. استفاده از دانش و تجربه مهندسی در ارزشیابی چنین ایده هایی ضروری است. اگر دانش کافی برای ارزشیابی را در اختیار نداریم، باید با توسعه مدل یا نمونه های اولیه به تکمیل آن پردازیم تا امر ارزشیابی تسهیل گردد.

ارزشیابی ایده بر مبنای بر آورد مهیا بودن فناوری

دومین تکنیک ارزشیابی در شکل ۱، تعیین مهبّ بودن فناوری هایی است که امکان دارد در ایده مورد استفاده قرار بگیرند. این تکنیک از طریق یک مقایسه با ظرفیت های فنی، ارزشیابی را پالایش می نماید. اگر یک فناوری ای در محصول مورد استفاده قرار گرفته، می بایست آنچنان تکامل یافته باشد که استفاده

^۱. brain-storming

از آن، باعث بروز اشکال در طرح نگردد. در یک محیط رقابتی^۱ تمایل زیادی برای به کارگیری فناوری در محصولات وجود دارد. همانطور که در فصل اول اشاره شد، اکثریت مردم فکر می کنند که به کارگیری آخرین تکنولوژی ها در محصول، نشانه ای از کیفیت آن است. اما در عین حال باید از این موضوع اطمینان حاصل نمود که آن فناوری برای به کارگیری در محصول آماده است. در جدول ۱ برخی از فناوری ها را فهرست وار ملاحظه می کنید.

Technology	Development time, years
powered human flight	403 (1500-1903)
photographic camera	112 (1727-1839)
radio	35 (1867-1902)
television	12 (1922-1934)
radar	15 (1925-1940)
xerography	17 (1938-1955)
atomic bomb	6 (1939-1945)
transistor	5 (1948-1953)
high-temperature superconductor	(1987-)

جدول ۱: خط زمان برای کاربردی شدن فناوری ها

هرکدام از این فناوری ها به سپری شدن سال هایی نیاز داشته اند تا از ابداع به کاربرد در محصولات فیزیکی برسند. در کنار این فناوری های اصلی، هر محصول بسیاری از فناوری های کم اهمیت تر را به خدمت می گیرد. طراحی یک محصول، قبل از اینکه فناوری های لازم آن آماده باشند، به تولید یک محصول کم کیفیت ختم می شود و یا قبل از اینکه محصول وارد بازار شود، پروژه را متوقف می نماید. چراکه عدم تطابق پروژه با برنامه زمانی، هزینه های اضافی را در پی دارد. اما چگونه می توان تکامل و بلوغ فناوری را سنجید؟ شش پرسش برای تعیین بلوغ یک فناوری می تواند مطرح شود.

آیا فناوری می تواند با فرآیندهای شناخته شده تولید شود؟

اگر هنوز فرآیندهای قابل اعتمادی برای تولید فناوری آماده نشده اند، نباید از آن فناوری در محصول استفاده نمود و یا اینکه برنامه دیگری برای توسعه ظرفیت تولید در دست داشت. ریسک گزینه دوم در این است که شکست آن برنامه، ممکن است کل پروژه را به خطر بیندازد.

آیا پارامترهای حیاتی که عملکرد محصول را کنترل می کنند، شناخته شده اند؟

هر ایده دارای پارامترهایی است که برای عملیات اولیه ضروری هستند. ابعاد قطعه تنها ۱۰ تا ۱۵ درصد در عملیات محصول، نقش حیاتی دارند. اما آگاهی از اینکه کدام پارامترها (ابعاد، مواد، ملحقیات و سایر

^۱. competitive environment

ویژگی ها) برای عملکرد آن دستگاه حیاتی هستند، بسیار مهم است. برای یک تیرچه فنری ساده، پارامترهایی نظیر طول، مدول الاستیسیته^۱ و حداکثر تنش تسلیم مجاز^۲، جزء پارامترهای حیاتی آن هستند که به کمک آنها می توان سختی فنر یا پتانسیل شکست در برابر فشارهای وارده را محاسبه نمود. بعضی از این پارامترها، مانند مورد اول به شکل و بعضی دیگر مانند دو مورد دوم به قابلیت های ماده وابسته اند.

آیا حوزه ایمنی عملیات و حساسیت پارامترها شناخته شده اند؟

در فرآیند تبدیل ایده به یک محصول، ارزش حقیقی پارامترها ممکن است برای دستیابی به عملکرد بهتر یا بهبود قابلیت تولید، تغییر کند. لذا می بایست محدودیت پارامترها و حساسیت عملیات محصول در مورد آنها به خوبی شناسایی شود. این اطلاعات معمولاً به صورت خام و در طول فازهای ابتدایی طراحی شناخته می شوند و در هنگام ارزشیابی محصول، اهمیت ویژه ای می یابند.

آیا وجوه نارسایی شناخته شده اند؟

در هر سیستم وجوه نارسایی^۳ وجود دارد، اما یک تکنیک مفید طراحی این است که عللی که می توانند به شکست محصول منجر شوند را به طور مداوم مورد سنجش قرار دهیم. این موضوع در فصل سیزدهم کتاب تشریح شده است.

آیا سخت افزاری وجود دارد که پاسخ مثبت به چهار سؤال فوق الذکر را ثابت نماید؟

حیاتی ترین نکته در تخمین مهیا بودن فناوری، استفاده قبلی از فناوری در یک مدل آزمایشگاهی یا محصول دیگر است. اگر فناوری بلوغ خود را برای استفاده در محصول به اندازه کافی به اثبات نرساند، طراح باید هوشیارانه از این امر اطمینان حاصل کند که آن فناوری به موقع برای تولید آماده خواهد شد.

آیا فناوری در طول چرخه حیات محصول، قابل کنترل است؟

برای پاسخ به این سؤال می بایست مراحل مختلف چرخه حیات محصول (تولید، استفاده، ازکار افتادگی) را مورد بررسی قرار داد. توجه به این مسأله سوالات دیگری را بر می انگیزد که پاسخ به آنها در حیطه مسئولیت های مهندسين طراح است. سؤالاتی از این قبیل که: آیا می توان ایمنی محصول کافی است؟ آیا کارکرد محصول به گونه ای ایمن، تنزل پیدا خواهد کرد؟ چگونه محصول از کار خواهد افتاد؟

¹ . modulus of elasticity

² . maximum allowable yield stress

³ . failure modes

در صورتیکه پاسخ مناسبی برای این سؤالات نداشته باشیم، باید مشاورینی را برای ملحق شدن به تیم طراحی در نظر بگیریم. این امر به ویژه زمانی که مهندس طراح بر تمام فنون لازم برای تولید فناوری و محصول احاطه ندارد، جنبه حیاتی پیدا می کند.

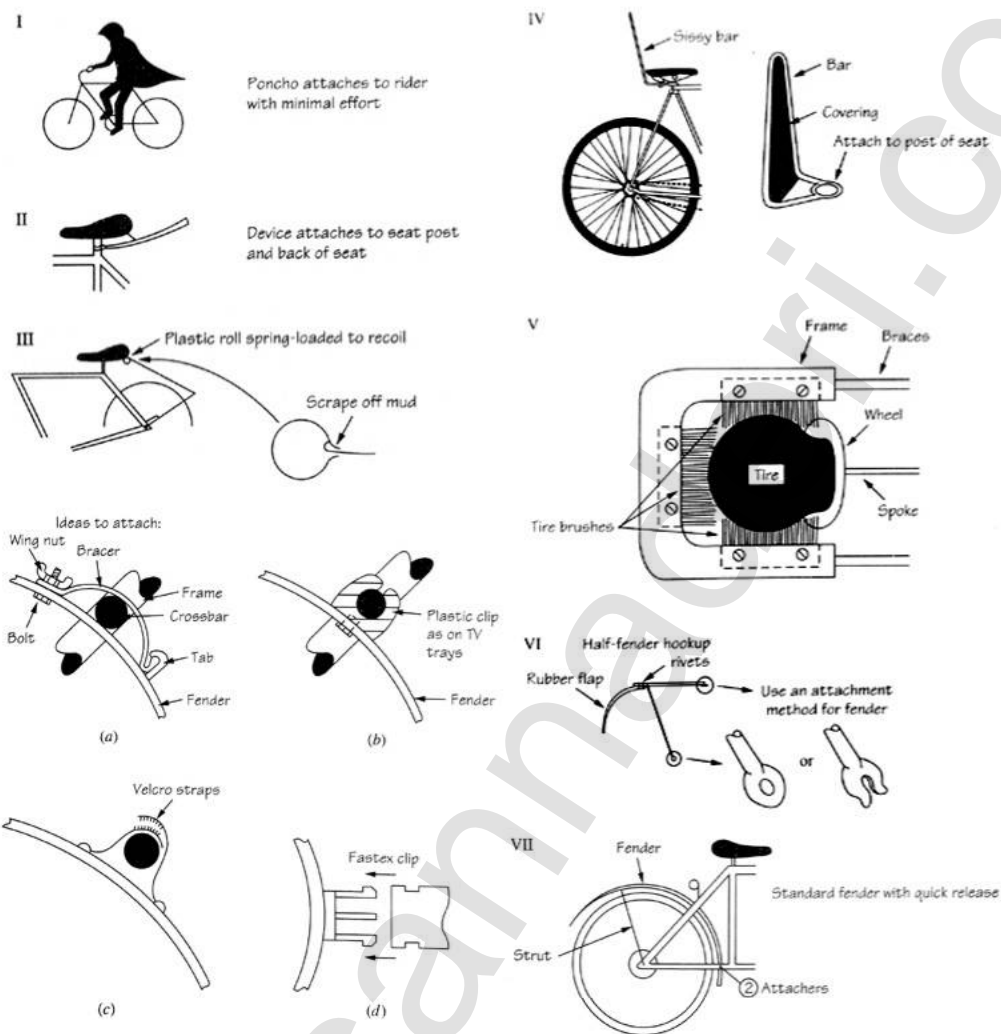
ارزشیابی بر مبنای غربال «ادامه / توقف»^۱

هنگامی که در مورد بلوغ فناوری های مورد استفاده در یک ایده اطمینان حاصل شد، مقایسه بر مبنای معیار نیازهای مشتری شکل خواهد گرفت. هر ایده می بایست به شکل مجرد و در برابر نیازها مقایسه شود. به عبارت دیگر، هر نیاز مشتری باید به سوالی تبدیل گردد که هر کدام از ایده ها را مخاطب قرار می دهد. سؤالات باید با بله یا احتمالاً (ادامه) و یا، خیر (توقف) پاسخ داده شوند. این تکنیک ارزشیابی، ایدهایی که لزومی به بررسی بیشتر آنها نیست را حذف می کند و به خلق ایده های جدید کمک می نماید. اگر یک ایده با تعداد اندکی پاسخ «خیر» روبرو شد، بهتر آن است که به جای کنار گذاشتن، به تصحیح آن پرداخت. این تکنیک نقاط قوت و ضعف ایده را به سرعت نمایان می سازد و بدین طریق می توان جهت حل مسأله، به تصحیح و تغییر آن مبادرت ورزید.

مثال گل گیر، برای «غربال ادامه / توقف»

به ایده ایده IV برای گل گیر در شکل ۳ توجه کنید. آیا این ایده برای ادامه فعالیت طراحی مناسب بود؟

^۱. go / no-go screening



شکل ۳: ایده های منتخب برای گل گیر، در یادداشت های تیم طراحی

گروه طراحی، مقایسه آن با نیازهای مشتری را آغاز نمود. (شکل ۴ و جدول ۲)

- سؤال: آیا ایده IV برای الحاق به دوچرخه آسان است؟ جواب: احتمالاً (ادامه)

- سؤال: آیا ایده IV با اغلب دوچرخه ها فیت خواهد شد؟ جواب: بله (ادامه)

	Mechanic	Marketing	Rider	Water hitting rider (%)	Steps to attach (#)	Time to attach (sec)	Steps to detach (#)	Time to detach (sec)	Number of parts (#)	Weight (g)	Customers finding it visually appealing (%)	Colors available (#)	Bikes that it fits (%)	Upward release force (N)	Sales price (\$)	Whale Tail	Norco	Raincoat
Functional performance																		
Keeps water off rider	1	1	7	9										3		1	4	2
Fast to attach	5	4	8		3	9			3	1						1	4	3
Fast to detach	9	5	10				3	9	3	1						2	4	3
Can attach when dirty	7	13	12		3	3										3	3	2
Can detach when dirty	11	12	13				3	9								3	3	2
Human factors																		
Easy to attach	4	6	9		9				3	1						1	3	3
Easy to detach	10	7	11				9		3	1						1	4	3
Looks fast	2	10	2								9					4	2	2
Color matches bike	12	11	5								3	9				3	2	2
Interface with bike																		
Fits bike	3	3	3										9			3	2	4
Does not mar bike	8	8	6											1		3	1	4
Light weight	6	9	4						9							3	3	4
Competitive sales price	13	2	1												9	2	3	1
Whale Tail				25	5	25	2	5	6	130	75	5	94	5	12			
Norco				0	3	5	1	3	2	140	65	1	65	15	15			
Raincoat				30	3	10	3	10	1	100	35	4	100	0	20			
Target				0	1	2	2	3	2	130	85	5	95	5	10			

شکل ۴: خانه های کیفیت برای گل گیر

Preliminary list of customer's requirements for the splashgard

(Riders' and bike shop mechanics' requirements)

- keep water of rider
- is easy to attach
- is easy to detach
- is quick to attach
- is quick to detach
- won't mar bicycle
- won't catch water/ mud/ debris
- won't rattle
- won't wobble
- won't bend
- has a long life
- won't wear out
- is lightweight
- won't rub on wheel
- is attractive
- fits universally
- if permanent piece on bike, then is small
- if permanent piece on bike, then is easy to attach
- if permanent piece on bike, then is fast to attach

if permanent piece on bike, then is noninterfering
won't interfere with lights, rack, panniers, or brakes

(Company Management Requirements)

capital expenditure is less than \$15,000
can be developed in 3 months
can be marketable in 12 months
manufacturing cost is less than \$3
estimated volume is 200,000 per year for five years

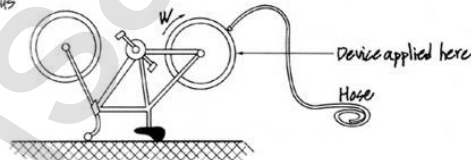
جدول ۲: فهرست نیازهای مشتری برای گل گیر

بعد از آن، همین کار برای نیازهای باقیمانده نیز ادامه یافت. از آنجایی که تمام پاسخ ها برای ایده IV ، بلی یا احتمالاً بود، این ایده به عنوان یک گزینه طراحی باقی ماند. سایر ایده های دیگر نشان داده شده نیز این ارزشیابی را پشت سر گذاشتند، به استثناء ایده V که به جای اینکه مانند سایر ایده ها میان راننده و چرخ قرار گیرد، آب را از روی چرخ جارو^۱ می کرد. از آنجا که دقیقاً مشخص نبود که آیا این ایده، غربال را خواهد گذراند یا خیر، تیم طراحی شروع به ساخت نمونه اولیه ای کرد تا ببیند این ایده ارزش سرمایه گذاری بیشتر را دارد یا خیر. دو صفحه از یادداشت های اعضای تیم در شکل ۵ نمایش داده شده است. گروه جارو های متنوعی را مورد آزمون قرار داد و بر خلاف شکل ۴ ، جارو را تنها روی سطح کف چرخ استفاده کردند و نه در اطراف آن.

Testing Roller/Brush Theory

Date: 5/11/90 Location: 934 NW 21st Corvallis
All members present, Jeff P.: Supply Bicycle
Purchased: • 2 1/2 inch paint roller with handle (1.5" dia)
• 2 inch olefin paint brush (cheap)
• 2 inch sponge-type paint brush (cheaper)

Apparatus



• As one member supported and cranked the rear tire another member applied water from a hose at various locations. The conditions were found to exceed that of actual rain coming off the tire; therefore it was an adequate test. A third member of the group then applied the three devices to the tire while observing the effectiveness of each. The results are as follows.

Device	Water % removed	Water displaced	Effectiveness 10 = dry	Comments
Roller	20	Spray in all directions	5	would require building a separate shield to cover spray
Brush	95	Pulled off by gravity	9	Minimal friction with good results
Sponge	90	Pulled off by gravity	7	would tend to wear out quickly

• of course all of the values and opinions are based on our idea of the customer requirements

شکل ۵: ارزشیابی ادامه/توقف برای ایده V (گل گیر)

^۱. brush

نتایج آزمون ثابت کرد که ایده جارو، درصد قابل ملاحظه‌ای از آب جاده را خواهد گرفت. در یادداشت‌ها مشاهده می‌کنید که ۹۵ درصد حذف آب، تخمین زده شده است. همین گواه برای گروه کافی بود تا ایده را از غربال ادامه / توقف، عبور دهند.

ارزشیابی بر مبنای جدول تصمیم‌گیری^۱ (متدولوژی پاگ)

متد جدول تصمیم‌گیری که به متد پاگ^۲ معروف است، می‌تواند برای ارزشیابی ایده‌ها، زمانی که هنوز برای مقایسه مستقیم با مشخصات مهندسی^۳ (فصل ششم) آماده نشده‌اند، مؤثر واقع شود. به طور خلاصه این متد ابزاری فراهم می‌آورد تا ایده‌ها با توجه به توانایی پاسخ‌گویی‌شان به معیارهایی بر پایه نیازهای مشتری به صورت تقریبی امتیازگذاری شوند. از آنجایی که این تکنیک بسیار انعطاف‌پذیر است، به راحتی می‌تواند برای مسائلی غیر از طراحی، به کار برده شود. مثلاً می‌توان پیشنهادهای کاری یا خرید اتومبیل مناسب را بوسیله آن ارزشیابی نمود. در صورتیکه هر یک از اعضای تیم طراحی یک جدول جداگانه را مستقلاً شکل دهد و سپس نتایج حاصله با یکدیگر مورد مقایسه قرار گیرند، استفاده از این متدولوژی بسیار مؤثرتر خواهد شد. شیوه شکل‌گیری و استفاده از این جدول، در بخش جدول غربال متدولوژی تلفیقی، تشریح شده است.

ارتباطات در طول ارزشیابی ایده

با تکمیل تکنیک‌های ارزشیابی می‌بایست تعداد اندکی ایده صریح و شفاف، برای توسعه محصول در دست داشته باشیم. اسناد این فرآیند نیز باید تهیه و به سایر مدارک پروژه افزوده شوند. اسنادی که به مهیا بودن فناوری، جداول تصمیم‌گیری، اطلاعات مدل‌ها (تحلیلی، تجربی و گرافیکی) مربوط می‌شوند و فرآیند ارزشیابی را پشتیبانی می‌کنند. با فراهم شدن این اطلاعات، پروژه برای بازبینی توسط مدیریت آماده است و ایده‌ای شفاف برای تبدیل شدن به محصولی بالقوه، در دست است که می‌توان برای ادامه پروژه، بر مبنای آن تصمیم‌هوشیارانه‌ای را اتخاذ نمود.

^۱ . decision matrix

^۲ . Pugh method

^۳ . engineering specifications

خلاصه

- تخمین عملی بودن یک ایده، بر مبنای دانش مهندس طراح صورت می پذیرد. اغلب لازم می شود تا با ساخت و توسعه مدل های ساده، بر این دانش افزوده شود.
- فناوری مورد استفاده در یک محصول باید مهیا باشد. شش سؤال را می توان برای برآورد مهیا بودن فناوری مطرح نمود.
- غربال ادامه/توقف، بر پایه نیازهای مشتری به فیلتر کردن ایده های نامناسب کمک می کند.
- متد ماتریس تصمیم سازی، ابزاری برای ارزشیابی و مقایسه ایده ها فراهم می کند. مقایسه ایده با معیاری بر مبنای نیازهای مشتری صورت می گیرد و این جدول بینشی در مورد نقاط قوت و ضعف هر ایده به دست می دهد. این متد می تواند برای ارزیابی زیر-سیستم های مسأله اصلی نیز مورد استفاده قرار گیرد.
- ایمنی محصول بر توجه به صدمات انسانی، خسارات خود محصول، سایر تجهیزات و محیط زیست تأکید دارد.
- ایمنی می تواند در خود محصول طرح شود، با تجهیزاتی به آن اضافه شود یا هشدار به پیشامدها را مد نظر قرار دهد. قاعدتاً اولین گزینه، بهترین راه حل است.
- برآورد پیشامد امری ساده است و چهارچوب مناسبی را پیش روی طراح قرار می دهد.

احسان نادری

تابستان ۸۶

برای مطالعه بیشتر در این رابطه

برای مطالعه بیشتر در مورد برآورد مهیا بودن فناوری، رجوع کنید به:

Fox, J.: *Quality through Design*, McGraw-Hill, London, 1993.

برای مطالعه بیشتر در مورد طراحی مهندسی با رویکرد نظامی، رجوع کنید به:

Jones, J. V.: *Engineering Design: Reliability, Maintainability and Testability*, TAB Professional and Reference books, Blue Ridge Summit, Pa., 1988.

برای مطالعه بیشتر در مورد فرآیند طراحی، رجوع کنید به:

Love, S. F.: *Planning and Creating Successful Engineered Designs: Managing the Design Process*, Advanced Professional Development, Los Angeles, 1986.

برای مطالعه بیشتر در مورد متدولوژی غربال، رجوع کنید به:

Pugh, Stuart, *Total Design: integrated methods for successful product engineering*, Adison-Wesley, Wokingham, England, 1991.