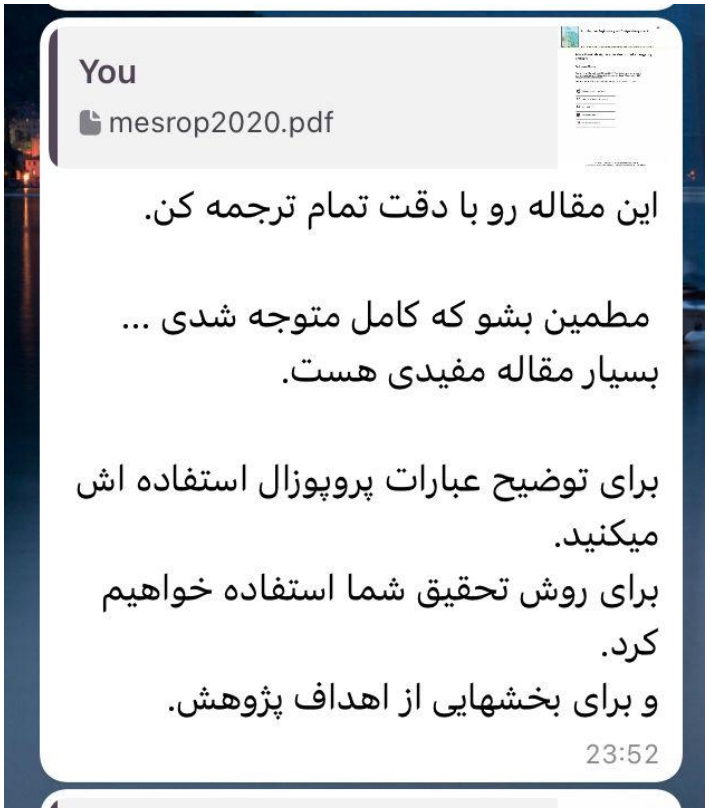


Algorithmic design and evaluation of emergency shelters

طراحی الگوریتمی و ارزیابی شرایط اضطراری پناهگاه ها

ABSTRACT
Humanitarian architecture as a domain of architecture that deals with people in need and has peculiar characteristics in regards to what and how does the architect design. In the last three decades, there have been major developments in the architectural techniques that are currently not adopted with their full potential by the humanitarian sector. The aim of the research presented in this paper was to develop new methods for shelter design that have integrated automation of various tasks and leave others to the professionals. The developed algorithm for semi-automated design is used to make shelter study models that are presented here. The research critically addresses the widely accepted design standard for shelter height and area and proposes an alternative approach for shelter evaluation.

چکیده

معماری بشردوستانه به عنوان حوزه ای از معماری که درارتباط با افراد نیازمند ان است و دارای خصوصیات عجیبی در رابطه با چگونگی طراحی معمار می باشد .

در سه دهه اخیر، تحولات عمده ای در تکنیک های معماری بوجود امده است در حال حاضر با تمام پتانسیل خود توسط بخش بشردوستانه پذیرفته نشده است .

هدف از تحقیق ارائه شده در این مقاله توسعه روش های جدید برای طراحی سرپناه که دارای اتوماسیون یکپارچه هستند وظایف مختلف دیگه را به افراد حرفه ای بسپارد.

الگوریتم های توسعه یافته برای طراحی نیمه خودکار در بحث مطالعه سرپناه استفاده می شود و مدل هایی برای نمونه در اینجا ارائه می شوند.

این تحقیق تاکید به استاندارد طراحی به طور گسترده ای برای ارتفاع و مساحت پناهگاه دارد و یک رویکرد جایگزین برای ارزیابی پناهگاه پیشنهاد می کند.

Introduction

This research is conducted under the themes of humanitarian architecture, emergency tents, and computational modelling. An introduction to each of these domains is given below. Then based on the adopted methodology design cases are presented for validation of the developed algorithms. Then, the integrated geometry analysis procedures are used to address some of the UNHCR standards for emergency shelter design.

مقدمه

این پژوهش انجام شده شامل موضوعات معماری بشردوستانه، چادرهای اضطراری ومدل سازی محاسباتی می باشد.

در زیر معرفی هر یک از این دامنه ها آورده شده است. سپس بر اساس موارد طراحی روش‌شناسی اتخاذ شده برای اعتبارسنجی الگوریتم‌های توسعه‌یافته ارائه شده‌اند.

سپس، از روش های تحلیل هندسه یکپارچه برای رسیدگی به برخی از استانداردهای طراحی پناهگاه اضطراری UNHCR استفاده می شود.

Humanitarian architecture

According to the Global Humanitarian Overview (United Nations OCHA, 2018), there are more than 135 million people in need ofhumanitarian aid. This includes the need for a shelter. The subdomain of architectural practice that deals with shelters is the humanitarian architecture. Humanitarian architecture is a term often used to describe architectural design activity carried out to meet the needs of people in the urgent necessity of it that are not immediately capable of affording and conducting such service. The usual workflow of conventional architectural practice starting from the commissioning until the end of the project highly differs from that of humanitarian. The ‘client’ here is the vast amount of people that in short time-lapse has suffered the loss of their livelihood and quite often are on the verge of existence. In this regard, the humanitarian architecture prioritises design qualities that are of direct impact to the occupant. There can be no architectural context in which it is more important to get the human dimension absolutely right than in creating emergency shelters (Gareth Evans, n.d.). Humanitarian architecture also differs in the following terms.

The people that use the product of the humanitarian architectural design are not usually the ones that commission the job of doing it. Instead, it’s done by the humanitarian agencies, local governments and NGOs. This often brings the discrepancy between what was instructed and

what do people actually need. Although this way of things has its intrinsic problems, it still remains the prevalent method of delivering humanitarian architecture service to those in need. There is an ongoing process of bridging this gap. Several major actors in the industry have developed and refined standards and guidebooks to provide a benchmark for architects. It is asserted in (UNCHR, 2016) that there is no one size fits all design method in humanitarian architecture and that local culture and characteristics should always be adopted when designing a shelter/settlement, however there is also a big amount of criticism (Williams, 2015) towards those major actors saying that they try to force one solution to every case. The enforcement of the same standards to all cases leads to a totalitarian environment that does not reflect the community living within. An example of this is the Azraq refugee camp in Jordan that has a very non-appealing living environment. On the other hand, the absence of the governing principles and aid brings to chaos. For example, the non-compliance to density standard will lead to cramped living conditions and over-population which may have devastating consequences. The terrifying example of this can be witnessed in the Moria camp in Greece which was qualified by BBC as ‘the worst refugee camp in the world’. The exaggerated it may seem, Moria, in fact, had suffered a great

loss of order after some humanitarian agencies revoked their services from there leaving the responsibility to the Greek government. As a result of the overcrowded camp, there has been a significant rise in suicide attempts among children (Nye, n.d.).
It is clear that the role of the humanitarian architect for forming the environment where the people in need will live is very important. The humanitarian architect leverages the standards and guides implied from the top and demands and concerns coming from the bottom.
To help humanitarian architects design more intuitively and efficiently, a semi-automated design workflow is developed that automates the geometry relaxation setup and design validation analysis, meanwhile leaving the creative and decisions making responsibilities to the architect. An attempt was made to bring the developments in architectural technology of the last decade closer to humanitarian architecture.

معماری بشردوستانه

بر اساس بررسی اجمالی جهانی بشردوستانه (سازمان ملل متحد OCHA، 2018)، بیش از 135 میلیون نفر نیازمند کمک های بشردوستانه هستند.

این شامل نیاز به یک سرپناه نیز می شود.

زیر دامنه معماری عملی که با پناهگاه ها سروکار دارد نیز، نوعی معماری بشردوستانه است.

معماری بشردوستانه اصطلاحی است که اغلب برای توصیف فعالیت طراحی معماری انجام می شود که برای رفع نیازهای مردم استفاده می شود ضرورت فوری آن که فوراً توانایی پرداخت و انجام چنین خدماتی را ندارند.

گردش کار معمول معماری متعارف از زمان راه اندازی تا پایان پایان پروژه به شدت با اهداف بشردوستانه متفاوت است. «مشتری» در اینجا مقدار زیادی از افرادی که در مدت زمان کوتاهی معیشت خود را از دست داده اند و غالباً در آستانه نابودی می باشند .

در این راستا، معماری بشردوستانه کیفیت های طراحی را در اولویت قرار می دهد .

هیچ زمینه معماری نمی تواند وجود داشته باشد که در آن اهمیت بیشتری از ابعاد انسانی داشته باشد . (Gareth Evans, n.d.)

معماری بشردوستانه در عبارات زیر نیز متفاوت است.

افرادی که از محصول طراحی معماری بشردوستانه استفاده می کنند معمولاً کسانی نیستند که وظیفه انجام آن را به عهده دارند.

در عوض، این کار توسط آژانس های بشردوستانه، محلی انجام می شود دولت ها و سازمان های غیر دولتی اغلب باعث اختلاف بین آنچه دستور داده شد وانچه مردم واقعا نیاز دارند می شوند .

اگرچه این روش مشکلات ذاتی خود را دارد، اما همچنان پابرجاست .

چندین بازیگر اصلی در این صنعت استانداردها و کتاب های راهنما را برای ارائه معیاری اصلاح شده برای معماران توسعه داده اند.

که در آن ادعا شده است (UNCHR، 2016) که هیچ روش طراحی یک اندازه متناسب با همه در معماری بشردوستانه وجود ندارد و که فرهنگ و ویژگی های محلی همیشه باید هنگام طراحی یک پناهگاه/محل سکونت اتخاذ شود، با این حال، مقدار زیادی از انتقادات (Williams, 2015) نسبت به آن وجود دارد بازیگران می گویند که آنها سعی می کنند برای هر مورد یک راه حل ایجاد کنند.

اجرای همان استانداردها در همه موارد منجر به یک محیط توتالیتر می شود که منعکس کننده زندگی اجتماعی در داخل نیست.

نمونه ای از این کمپ آوارگان ازرق در اردن است که بسیار محیط زندگی جذابی نیست.

از سوی دیگر فقدان اصول حاکم و باعث وجود هرج و مرج می شود به عنوان مثال، عدم انطباق با استاندارد تراکم منجر به شرایط زندگی تنگ خواهد شد و ازدیاد جمعیت که ممکن است عواقب مخربی داشته باشد.

مثال وحشتناک این را می توان در کمپ موریا در یونان مشاهده کرد که توسط BBC به عنوان "بدترین" اردوگاه پناهندگان در جهان شناخته شد.

اغراق آمیز به نظر می رسد اما ، موریا، در واقع، پس از آن که برخی از آژانس های بشردوستانه خدمات خود را لغو کردند رنج زیادی را متحمل شده بود و مسئولیت هارا برعهده دولت یونان گذاشته بودند .

در نتیجه باعث ازدحام جمعیت ، از بین رفتن رفاه که منجرب افزایش چشمگیر اقدام به خودکشی در میان کودکان شد (.Nye, n.d).

واضح است که نقش معمار بشردوست برای شکل دادن به محیطی که در آن افراد نیازمند زندگی خواهند کرد بسیار مهم است.

معمار بشردوستانه از استانداردها وراهنماهای ضمنی از بالا و خواسته ها و نگرانی ها از پایین.

برای کمک به معماران بشردوستانه برای طراحی شهودی و کارآمدتر، یک طرح نیمه خودکار

گردش کار توسعه داده شده است که تنظیم آرامش هندسی و تجزیه و تحلیل اعتبار طراحی را خودکار می کند، در این میان مسئولیت خلاقیت و تصمیم گیری را به معمار واگذار می کند.

در دهه گذشته تلاش برای نزدیک کردن تحولات فناوری معماری به معماری بشردوستانه ساخته انجام شد .

Designing a shelter

This chapter will demonstrate how the algorithm can be used to design a shelter through modelled design cases.

Due to the nature of structural elements used in the emergency shelters, the geometry of such objects often has very large deformations, curved shapes and double-curved surfaces. In contrast to rectilinear objects that architects can handle easily, the largely deformable objects are not always so easy to model. The overall shape of the designed object highly depends on the topology and reciprocal influences of one element on the other. In this sense, each of the elements has a certain degree of uncertainty of how it is going to look like in its final shape. The shape of the membrane cover of the tent will change depending on the type of the frame that is holding it and the boundary conditions. So, if for example an architect adds or removes a tensioning cable for a tent the overall geometry and the deformation of each affected element changes. Redrawing the new state of the design can be an arduous time-consuming task. In this regard, the developed algorithm suggests a simpler rectilinear, flat definition from the architect that defines the topology and overall shape of the design intent. The algorithm then parses the model and redraws the actual deformation that the model will have. The simulation is an ongoing process so it responds to any change that the architect makes and instantly draws the updated deformations.

ویژگی های چادرهای اضطراری

چادرها عمدتاً برای مراحل اولیه بحران در نظر گرفته شده اند.

اگرچه بر خلاف طول عمر کوتاه چادرها ممکن است به دلیل ماندگاری طولانی

اسکان اضطراری استفاده می شوند.

کمیساریای عالی پناهندگان سازمان ملل کاتالوگ طراحی پناهگاه را منتشر کرده است (UNCHR، 2016).

چندین ویژگی ساختاری جالب فورا ظاهر شود.

پناهگاه ها اغلب از پوسته های نرمی تشکیل شده اند که با کابل ها کشش یافته اند توسط عناصر فعال صلب یا خمشی (Lienhard, 2014) پشتیبانی می شوند.

آن نوع سازه ها در عمل معماری به دلیل رفتار سازه ای خاص غیر متعارف تلقی می شوند و متدولوژی طراحی که همیشه از یک فرآیند طراحی معمول پیروی نمی کند.

سازه های نرم مورد استفاده درسرپناه اضطراری مانند ممبران، برزنت، سایبان، کابل، تاندون و غیره هندسی هستند فعال بوده و در حین ساخت، استفاده و برچیدن تغییر شکل می دهند.

این امربسیار برای معماران و طراحان چالش برانگیز است زیرا آنها باید از آن آگاه باشند و قادر به کنترل آن باشند.

روش های قبلی برای پرداختن به این کار بر اساس ایجاد مدل، ازمایش فیلم صابون و سایر فعالیت‌هایی که تغییر شکل‌های هندسی ساختاری نزدیک به آن را به همراه داشت .

این روش ها به معماران مشهوری مانند گائودی یا فری اتو کمک کرد تا برخی از ساختمان‌های باشکوه خود را برپا کنند، با این حال اطلاعات مفید آنها با هندسه زمان محدود شده بود.

پیشرفت‌های اخیر در مدل‌سازی محاسباتی و علاقه روزافزون معماران به انجام شبیه سازی های مختلف در زمینه خود روش های پیچیده و غنی از داده های جدیدی را برای شبیه سازی و تحلیل طراحی خود به ارمغان آورده است.

این مقاله محیطی را ارائه می‌کند که با استفاده از محاسبات معماری پیشرفته مدل‌سازی شده است

ابزارهای مدل سازی برای کمک به معماران بشردوستانه برای طراحی پناهگاه اضطراری پویا

ماهیت ساختاری به روشی شهودی و برای به دست آوردن تجزیه و تحلیل عملکرد هندسی فوری بکار میروند.

مدل سازی محاسباتی در معماری

در سه دهه گذشته، معماران از اصول ریاضی قابل برنامه ریزی برای تعریف فرم ها و فضاها در طراحی آنها استفاده کرده اند.

این روش ها اغلب تحت معماری ترمی پارامتریک شناسایی می شوند و تصاویری از فرم های هندسی پیچیده را که معمار به تنهایی چنین نبود قادر به ترسیم یا مدل سازی نبوده است را به تصویر می کشد.

در صنعت معماری، اصطلاحات پارامتریک یا الگوریتمی الف را تحریک می کنند مفهوم سبک خاصی در معماری مانند کارهای زاها حدید، Greg Lynn and others. .

آن را نیز دلالت بر تعصب از چیزی پرهزینه دارد.

در فرآیند تحقیق ارائه شده در این مقاله الگوریتمی و مدل‌سازی پارامتریک به عنوان ابزاری برای دستیابی به زیبایی‌شناسی چشم‌گیر مورد توجه قرار نمی‌گیرد، بلکه بیشتر به عنوان یک مجموعه ابزار مدلسازی و ارزیابی برای کمک به پزشکان برای عملکرد بهتر در معماری بشردوستانه مورد توجه قرار می‌گیرد.

ابزار

یکی از محیط های مورد استفاده برای ساخت سیستم های هندسی الگوریتم محور Rhino3D + است

مجموعه ابزار Grasshopper که یک پلت فرم مدل سازی سه بعدی برنامه نویسی بصری و اسکریپتی است که به صورت طراحی شده است توسط معماران و طراحانی استفاده می شود که می خواهند بدون برنامه نویس بودن یک اصل ایجاد و تبدیل هندسه را کدگذاری کنند.

دارای یک SDK منبع باز است که توسط کاربربه پلتفرم اجازه می دهد تا توسط آن غنی شود اجزای سفارشی ساخته شده .

یکی از این خلاقیت های سفارشی شبیه سازی فیزیک کانگورو است موتور (Piker، 2013) که به طراح اجازه می دهد تا رفتارهای مختلفی را بر روی مدل ها پیاده سازی کند.

اگرچه مقادیر واقعی سختی عناصر را نشان نمی‌دهد، اما می‌تواند کمک بزرگی در دست یک طراح برای ترسیم و تحلیل سازه ها باشد.

یک افزونه برای این توسعه داده شد K2Engineering نامیده می شود که می تواند تجزیه و تحلیل ساختاری را نیز انجام دهد (کوین و همکاران، 2016).

Further work
As it was stated earlier the algorithm now does not perform structural analyses with real material stiffnesses. This is an important missing part that will be addressed in future research. The proposed heightmap calculation method will be used to evaluate existing popular emergency shelters.

کار قبلی

این مقاله جانشین مقاله ارائه شده در سمپوزیوم تنسینت (Andriasyan, 2019) است.

که به نوبه خود بر اساس کارهای قبلی انجام شده در CITA (Deleuran، Pauly، Tamke، Tinning و تامسن، 2016; دلوران و همکاران، 2015).

مقاله قبلی الگوریتم گردش کار را ارائه کرد که فرآیند طراحی + شبیه سازی را ساده می کند که معمولاً به دانش تخصصی در بصری نیاز دارد برنامه نویسی برای اینکه آن را برای طراحان بصری تر و در دسترس تر کند.

الگوریتم هندسه را می خواند از محیط مدلسازی سه بعدی همراه با خصوصیات آن که توسط طراح تخصیص داده شده و تولید می کند رفتار لازم برای بازگرداندن شبیه سازی فوری آنچه ترسیم شده است.

این شامل شبیه سازی تغییر شکل کابل ها، میله ها، غشاها و اجسام صلب است بنابراین، معمار می تواند شبیه سازی طراحی بدون دانستن نحوه برنامه ریزی رفتاررا انجام دهد.

کاری توسط محققان معماری نساجی از Politecnico di Milano انجام شده است (Viscuso, & Mazzola, 2013,Zanelli, Monticelli) که روش شناسی مشترک زیادی با این تحقیق دارد، اما کار آنها بیشتر بر روی کار طراحی خاص متمرکز بود، در حالی که این مقاله روش های کلی‌تر گردش کار برای طراحی پناهگاه را ارائه می‌دهد .

این مقاله کاربرد الگوریتم توسعه یافته قبلی را دراین حوزه نشان می دهد.

معماری بشردوستانه موارد ومزایای استفاده از ابزارهای توسعه یافته طراحی پناهگاه ارائه شده است .

الگوریتم با روش های تحلیل و اعتبار سنجی گسترش یافته است که در این مقاله ارائه شده است.

Methodology

The algorithm is developed in the Grasshopper visual programming environment where it acts as a backend design engine meanwhile the architect uses the Rhino user interface enhanced with the commands related to the specific task of drawing a shelter. Since the emergency shelters quite often incorporate soft structures, the Kangaroo physics simulation engine is used for form-finding and geometry relaxation. The workflow is separated into two parts. On one hand, there are the decisions and design activities that require the actual work of the architect and there are the processes that must be performed, however, they can be automated and as such are done by the

algorithm itself. The architect is responsible for designing the shelter, finetuning the relative strengths of individual elements, defining boundary conditions, cutting pattern dimensioning and adjusting the design environment within the provided bounds, like changing precision. On the other hand, the algorithm takes the designed scheme, categorises the elements based on their structural types, solves the intersection events of the topology, reads the strength values, simulates the geometry behaviour and analyses the output model to give feedback about the design performance. As part of the implementation of the tool to humanitarian architecture, the algorithm has integrated several UNHCR shelter design standards to evaluate the compliance of the design to those standards. The research does not include yet the actual stiffness values for materials.

روش شناسی

این الگوریتم در محیط برنامه نویسی بصری Grasshopper توسعه یافته است که در آن به عنوان یک موتور طراحی باطن عمل می کند در همین حال معمار از رابط کاربری Rhino دستورات مربوط به کار خاص ترسیم یک پناهگاه استفاده می کند.

از آنجا که پناهگاه های اضطراری کاملا اغلب ساختارهای نرم را ترکیب می کنند، موتور شبیه سازی فیزیک کانگورو برای فرم یابی استفاده می شود.و آرامش هندسی

گردش کار به دو بخش تقسیم می شود. از یک طرف، وجود تصمیمات و فعالیت های طراحی که نیاز به کار واقعی معمار دارد و فرآیندهایی وجود دارد که باید انجام شود، با این حال، آنها می توانند خودکار باشند و به همین ترتیب توسط سازمان انجام می شوند .

معمار مسئول طراحی پناهگاه، تنظیم دقیق خویشاوند نقاط قوت عناصر منفرد، تعیین شرایط مرزی، ابعاد الگوی برش و تنظیم محیط طراحی در محدوده های ارائه شده، مانند تغییر دقت می باشد.

از سوی دیگر، الگوریتم طرح طراحی شده را گرفته، عناصر را بر اساس ساختار آنها دسته بندی می کند. انواع، رویدادهای تقاطع توپولوژی را حل می کند، مقادیر قدرت را می خواند، شبیه سازی می کند رفتار هندسی و تحلیل مدل خروجی برای ارائه بازخورد در مورد عملکرد طراحی انجام می دهد.

به عنوان بخشی از اجرای ابزار به معماری بشردوستانه، الگوریتم یکپارچه شده چندین استاندارد طراحی پناهگاه UNHCR برای ارزیابی انطباق طرح با آن استانداردها.

این تحقیق هنوز مقادیر سفتی واقعی مواد را شامل نمی شود.

Designing a shelter

This chapter will demonstrate how the algorithm can be used to design a shelter through modelled design cases.

Due to the nature of structural elements used in the emergency shelters, the geometry of such objects often has very large deformations, curved shapes and double-curved surfaces. In contrast to rectilinear objects that architects can handle easily, the largely deformable objects are not always so easy to model. The overall shape of the designed object highly depends on the topology and reciprocal influences of one element on the other. In this sense, each of the elements has a certain degree of uncertainty of how it is going to look like in its final shape. The shape of the membrane cover of the tent will change depending on the type of the frame that is holding it and the boundary conditions. So, if for example an architect adds or removes a tensioning cable for a tent the overall geometry and the deformation of each affected element changes. Redrawing the new state of the design can be an arduous time-consuming task. In this regard, the developed algorithm suggests a simpler rectilinear, flat definition from the architect that defines the topology and overall shape of the design intent. The algorithm then parses the model and redraws the actual deformation that the model will have. The simulation is an ongoing process so it responds to any change that the architect makes and instantly draws the updated deformations.

طراحی سرپناه

این فصل نشان می دهد که چگونه می توان از الگوریتم برای طراحی یک پناهگاه از طریق مدل سازی استفاده کرد.

با توجه به ماهیت عناصر سازه‌ای مورد استفاده در پناهگاه‌های اضطراری، هندسه آن‌ها اجسام اغلب دارای تغییر شکل های بسیار بزرگ، اشکال منحنی و سطوح دوگانه منحنی هستند.

متقابلا برای اشیاء مستطیلی که معماران می توانند به راحتی از عهده آنها برآیند، اجسام تا حد زیادی تغییر شکل پذیر نیستند.

شکل کلی شی طراحی شده به شدت به توپولوژی بستگی دارد و تأثیرات متقابل یک عنصر بر عنصر دیگر.

به این معنا، هر یک از عناصر دارای یک درجه مشخصی از عدم قطعیت در مورد اینکه چگونه در شکل نهایی خود به نظر می رسد.

شکل غشا پوشش چادر بسته به نوع اسکلتی که آن را نگه می دارد و شرایط مرزی تغییر می کند.

بنابراین، اگر برای مثال یک معمار یک کابل کشی را برای یک چادر اضافه یا حذف کند

هندسه کلی و تغییر شکل هر عنصر تحت تأثیر تغییر می کند.

باز ترسیم جدید وضعیت طراحی می تواند یک کار سخت و زمان بر باشد. در این راستا، الگوریتم توسعه یافته است یک تعریف مستطیل و مسطح ساده‌تر شرایط مرزی را از معمار پیشنهاد می‌کند که توپولوژی و به طور کلی را تعریف می‌کند.

شکل هدف طراحی

سپس الگوریتم مدل را تجزیه می کند و تغییر شکل واقعی را دوباره ترسیم می کند که مدل خواهد داشت.

شبیه‌سازی یک فرآیند مداوم است، بنابراین به هر تغییری پاسخ می‌دهد معمار تغییر شکل های به روز شده را می سازد و فورا ترسیم می کند.

Design cases
Hybrid frame tent
Figure 1 presents the design of a shelter that has rigid-bending active hybrid frames that hold the textile cover. The structure is tensioned by four cables anchored on the opposite side of the shelter. The left part shows the scheme that the architect makes. Various types of objects are given in different colours. The design schemehas only linear and flat geometries drawn. But since they are indicated as representatives of a certain kind of a behaviour they are deformed in the relaxed state of the geometry on the right. As

کیس های طراحی

چادر هیبریدی فریم

شکل 1 طراحی یک پناهگاه را نشان می دهد که دارای قاب های هیبریدی فعال خمش صلب است که پوشش دادن پارچه را نگه می دارد.

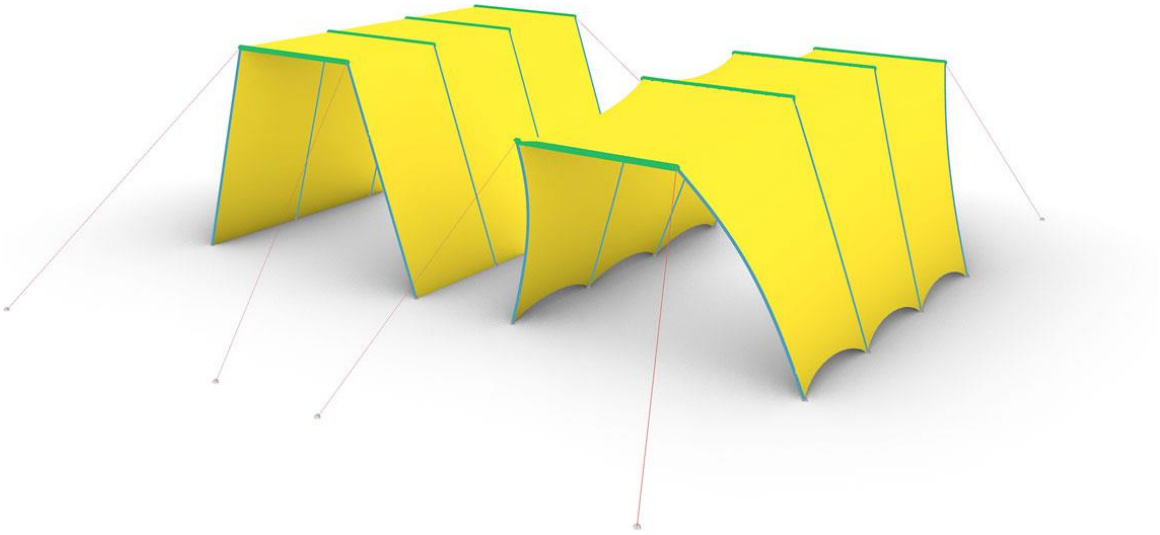
این سازه توسط چهار کابل که در طرف مقابل پناهگاه لنگر انداخته اند، کشیده می شود.

قسمت چپ طرحی را که معمار می سازد را نشان می دهد.

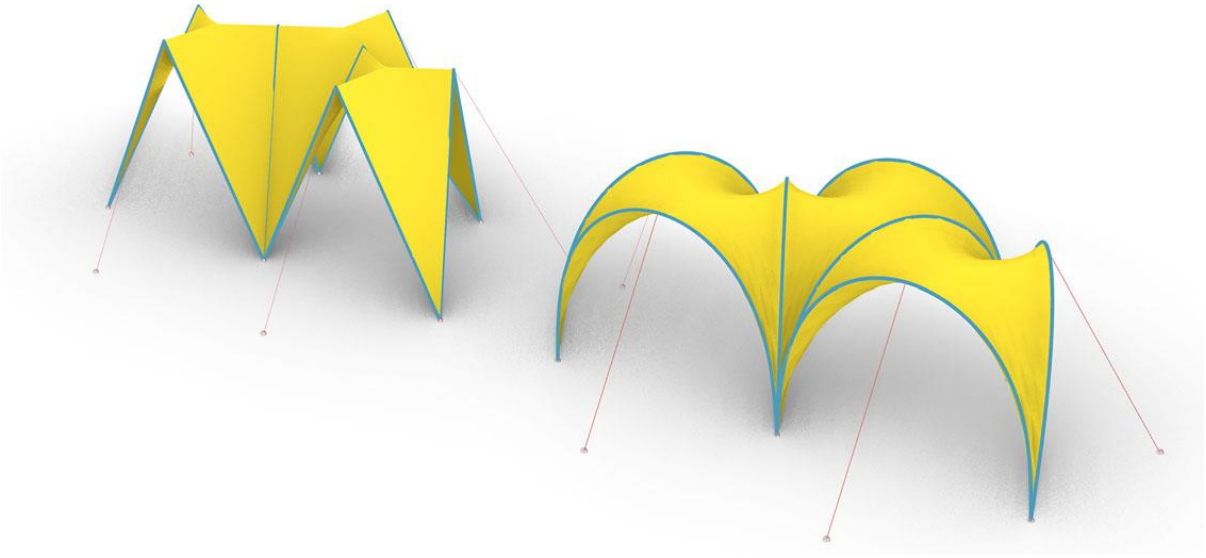
انواع مختلفی از اشیاء در رنگ های مختلف ارائه می شود.

را طرح های طراحی فقط هندسه های خطی و مسطح ترسیم شده است.

اما از آنجایی که آنها به عنوان نماینده نشان داده شده اند از نوع خاصی از رفتار آنها در حالت آرام هندسه سمت راست تغییر شکل می دهند.



شکل 1. چادر قاب خمشی سفت و سخت.



شکل 2. چادر هیبریدی فعال خمشی مدولار.

the image shows the cables have become shorter due to pretension, the membrane switched to an anticlastic form to reflect the acting forces, the bending active members are bent and so on. If we compare the only things that maintained their exact positioning are the anchors on the floor.

همانطور که تصویر نشان می‌دهد که کابل‌ها به دلیل فشار زیاد کوتاه‌تر شده‌اند، غشاء به یک تغییر می‌کند شکل ضد آوند برای انعکاس نیروهای عامل، اعضای فعال خمشی خم شده و غیره هستند.

تنها چیزهایی که موقعیت دقیق خود را حفظ کردند، لنگرهای روی زمین هستند.

Bending active modular shelter structure

Figure 2 presents a modular design of a shelter that is framed by bending active rods holding the membrane between three equilateral sides of a module. This example particularly shows the advantage of using the algorithm since the membrane between the three frames has a very complex shape. However, from the architect's perspective drawing a scheme that will result in this complex shape becomes fairly easy. Each membrane piece requires only four boundary points defined on a floor anchor, tips of the frames and the tip of the module. The drawn modules can be replicated. The open ends of the modular structure are tensioned with cables.

ساختار پناهگاه مدولار فعال خمشی

شکل 2 یک طرح مدولار از یک پناهگاه را نشان می دهد که با خم کردن میله های فعال غشا بین سه طرف متساوی الاضلاع یک ماژول قاب شده است.

این مثال به ویژه مزیت استفاده از الگوریتم را نشان می دهد از آنجایی که غشای بین سه فریم شکل بسیار پیچیده ای دارد.

با این حال، از دیدگاه معمار، طرحی را ترسیم می کند که منجر به این شکل پیچیده می شود نسبتا آسان می شود.

هر قطعه غشایی فقط به چهار نقطه مرزی نیاز دارد که در یک طبقه تعریف شده است لنگر، نوک قاب ها و نوک ماژول.

ماژول های ترسیم شده قابل تکرار هستند.انتهای باز ساختار مدولار با کابل کشیده می شود.

Vaulted hybrid

The power of the proposed algorithm and method of design is also evident when the designed scheme yields unexpected results. As for example when working with bending active members the common way of envisioning the forms of the rods would be to draw arches with continuous curvature. Figure 3 shows a design that has a major rod that forms the vault. The natural way of imagining the relaxed state would be to assume a paraboloid looking arc. This would be in the case when the rod has very high bending resistance. But if we decrease the bending resistance the membranes' and cables' tensions may start deforming the arc. As it's shown in the image the rod has deformed in a way that the direction of the curvature is changing along the way based on the balance of the forces compared to its bending resistance.

هیبرید طاقدار

قدرت الگوریتم پیشنهادی و روش طراحی نیز در هنگام طراحی مشهود است این طرح نتایج غیرمنتظره ای به همراه دارد.

به عنوان مثال هنگام کار با اعضای فعال خم شده روش متداول برای تجسم فرم میله ها ترسیم قوس هایی با انحنای مداوم است.

شکل 3 طرحی را نشان می دهد که دارای یک میله اصلی است که طاق را تشکیل می دهد.

روش طبیعی تخیل حالت ریلکس به این صورت است که یک قوس پارابولوئیدی را در نظر بگیریم.

این در صورتی خواهد بود که میله مقاومت خمشی بسیار بالایی دارد.

اما اگر مقاومت خمشی غشاها را کاهش دهیم و کشش کابل ها ممکن است شروع به تغییر شکل قوس کند.

همانطور که در تصویر نشان داده شده است، میله تغییر شکل داده است راهی که جهت انحنا در طول مسیر بر اساس تعادل نیروها نسبت به مقاومت خمشی آن تغییر می کند.

X rod shelter

Figure 4 shows a shelter that has bent rods to hold the membrane. The interesting part here is the different types of interdependencies of various segments of the rods that are drawn as lines in the scheme on the left. The following three scenarios are presented within this model.

(1) One segment continues the other as an internal sequential segment of the same curve. This is true for the longitudinal sides of the angular curves that span the shelter. They are drawn as polylines. The polyline is then segmented and tries to straighten up itself by opening the angles between each segment.
(2) The x-like intersection of the two polylines. Whenever two polylines intersect within a given tolerance, and intersection event is taking place. The algorithm makes sure that the intersection point is added to both polylines and the two corresponding points are bound together to

پناهگاه میله ایکس

شکل 4 پناهگاهی را نشان می دهد که دارای میله های خم شده برای نگه داشتن غشا است.

بخش جالب اینجاست انواع مختلف وابستگی‌های متقابل بخش‌های مختلف میله‌ها که به صورت خطوطی در میله‌ها رسم می‌شوند طرح سمت چپ .

سه سناریوی زیر در این مدل ارائه شده است. یک بخش، قسمت دیگر را به عنوان یک بخش متوالی داخلی از همان منحنی ادامه می دهد.

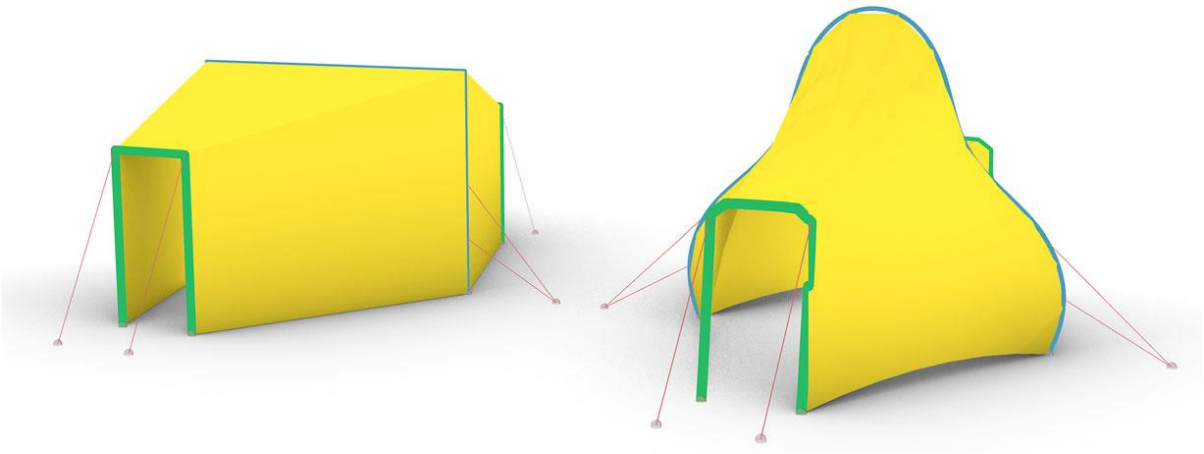
1- برای اضلاع طولی منحنی‌های زاویه‌ای که سرپناه را می‌پوشانند صادق است.

آنها به صورت چند خط رسم می شوند. سپس چند خط قطعه قطعه می شود و سعی می کند با باز کردن زوایا خود را صاف کند بین هر بخش .

2- تقاطع x مانند دو چند خط.

هرگاه دو چندخط در یک معین قطع شوند مدارا، و رویداد تقاطع در حال وقوع است.

الگوریتم اطمینان حاصل می کند که تقاطع نقطه به هر دو چند خط اضافه می شود و دو نقطه متناظر به هم متصل می شوند مطمئن شوید که آنها در طول شبیه سازی کنار هم قرار می گیرند. این رفتار در مورد نیز صادق است انواع دیگر تقاطع کابل-کابل، میله-کابل، میله-کابل صلب و غیره.



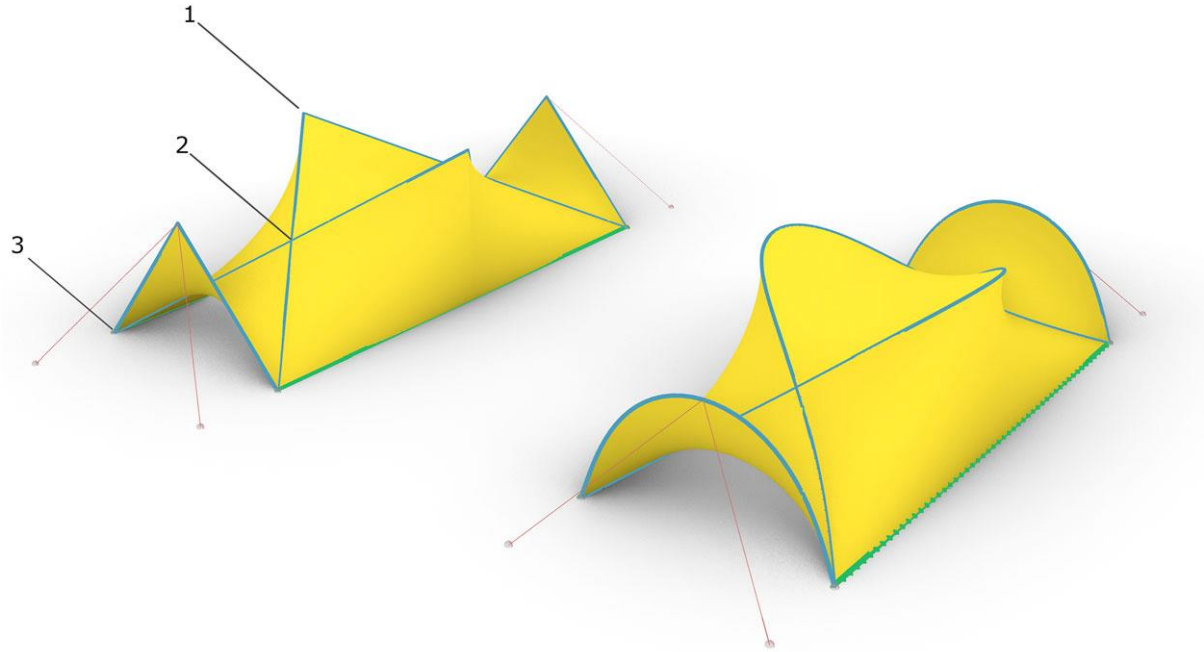
شکل 3. چادر میله ای طاقدار.

make sure they hold together throughout the simulation. This behaviour is also true for the other type of intersections cable-cable, rod-cable, rod-rigid etc.
(3) The end to end intersection of the entrance arch and the vault arcs where an anchor is also placed. In this case, although one segment can be thought as a continuation of the other the two intersecting parts are not part of the same polyline and will not apply bending resistance at that point. Therefore, there will be no continuous curvature at that point.

3- تقاطع انتها به انتهای طاق ورودی و طاق که در آن یک لنگر نیز وجود دارد قرار داده شده.

در این مورد، اگرچه می توان یک بخش را ادامه بخش دیگر در نظر گرفت دو قسمت متقاطع بخشی از یک پلی لاین نیستند و در آن نقطه مقاومت خمشی اعمال نمی کنند.

بنابراین در آن نقطه انحنای پیوسته وجود نخواهد داشت.



شکل 4. چادر میله های متقاطع.

Geometry analysis
The resulting geometry of the simulation is passed through several analysing processes. This includes:
. The creation of a rod curvature graph with curvature values at every point on the rod that is created from intersection division and further subdivision Figure 5.
. Drawing the coloured mesh based on the evaluated curvature (mean/Gaussian) at the mesh topology points. This is done alternatively through 2 different modules. The first one developed during this research is a method to translate a mesh to a NURBS surface, evaluate the curvature then map the curvature values back to the mesh as a parameter for colour-coding. This method, however, has its limitations so an alternative is to use is a Mesh

تجزیه و تحلیل هندسه

هندسه حاصل از شبیه سازی از طریق چندین فرآیند تحلیلی منتقل می شود. این شامل:

ایجاد یک نمودار انحنای میله ای با مقادیر انحنا در هر نقطه از میله که وجود دارد شکل 5 از تقسیم تقاطع و زیربخش بیشتر ایجاد شده است.

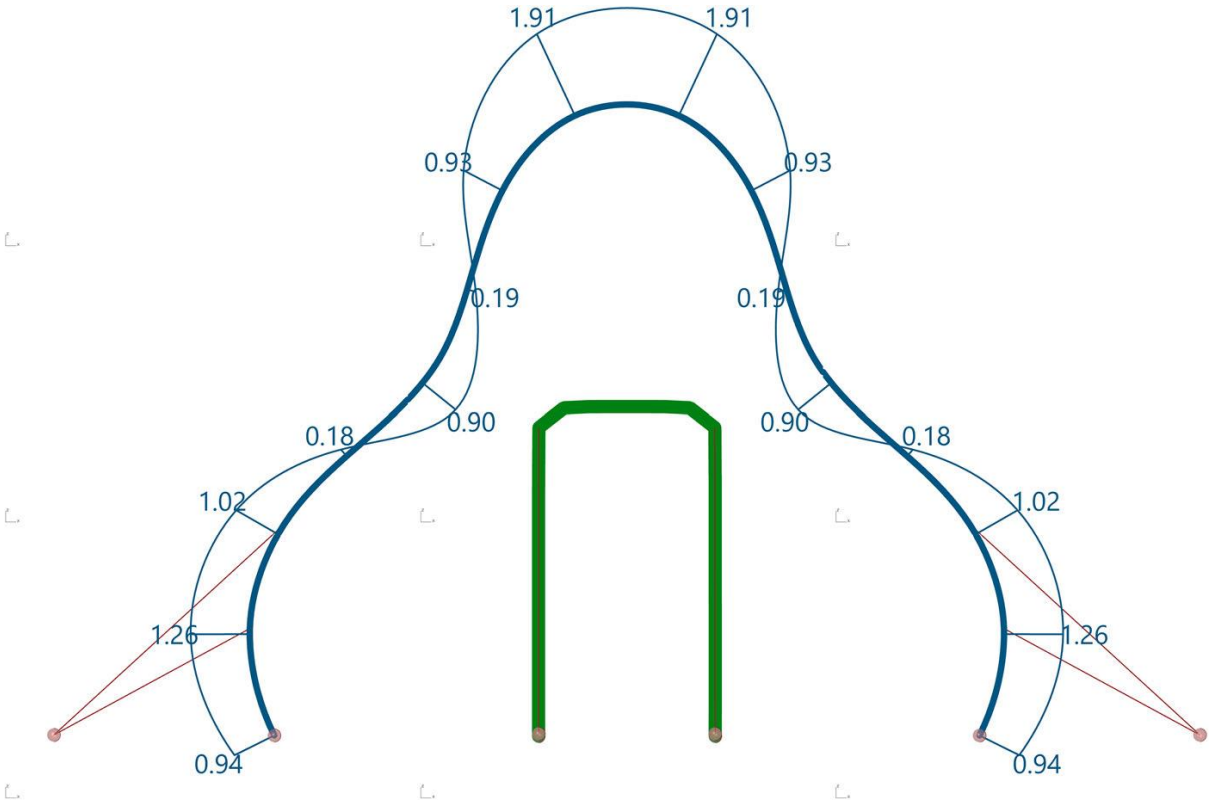
رسم مش رنگی بر اساس انحنای ارزیابی شده (میانگین/گاوسی) در نقاط توپولوژی مش .

این به طور متناوب از طریق 2 ماژول مختلف انجام می شود.

اولی توسعه یافته در طول این تحقیق، روشی برای ترجمه مش به سطح NURBS، ارزیابی است سپس انحنای مقادیر انحنا را به مش به عنوان پارامتری برای آن ترسیم می کند کدگذاری رنگ .

با این حال، این روش محدودیت‌های خود را دارد، بنابراین یک جایگزین برای استفاده از Mesh است.

بسته انحنای توسعه یافته توسط پتراس وستارتاس (آیرس، وستارتاس، و رامسگارد تامسن، 2018) شکل 6.



شکل 5. نمودار انحنای میله.

Curvature package developed by Petras Vestartas (Ayres, Vestartas, & Ramsgaard Thomsen, 2018) Figure 6.
. Comparison of the lengths of the mesh edges to their initial state and a coloured wireframe diagram to show the parts where the edges were elongated or contracted Figure 7.

مقایسه طول لبه های مش با حالت اولیه و یک قاب سیمی رنگی نمودار برای نشان دادن قسمت هایی که لبه ها در آن کشیده یا منقبض شده اند شکل 7.

Cutting patterns
The transformation of meshes to NURBS surfaces is also used in order to create the cutting patterns for fabrication. At first, the longer side of the surface is determined. Then a new quad mesh is recreated based on the given cutting pattern dimensioning preferences. The stripes of quads are extracted, unrolled, reoriented to a distribution grid. The welding slits are added and a numbering

الگوهای برش

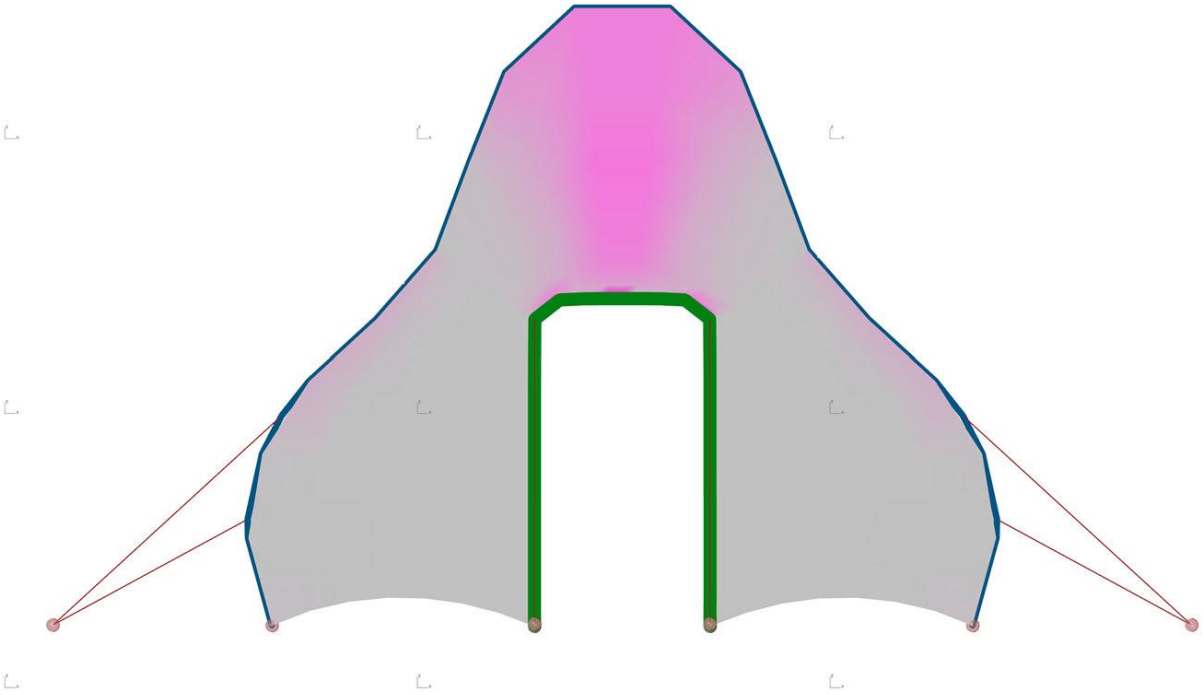
تبدیل مش به سطوح NURBS نیز به منظور ایجاد الگوهای برش استفاده می شود.

ابتدا ضلع بلندتر سطح مشخص می شود.

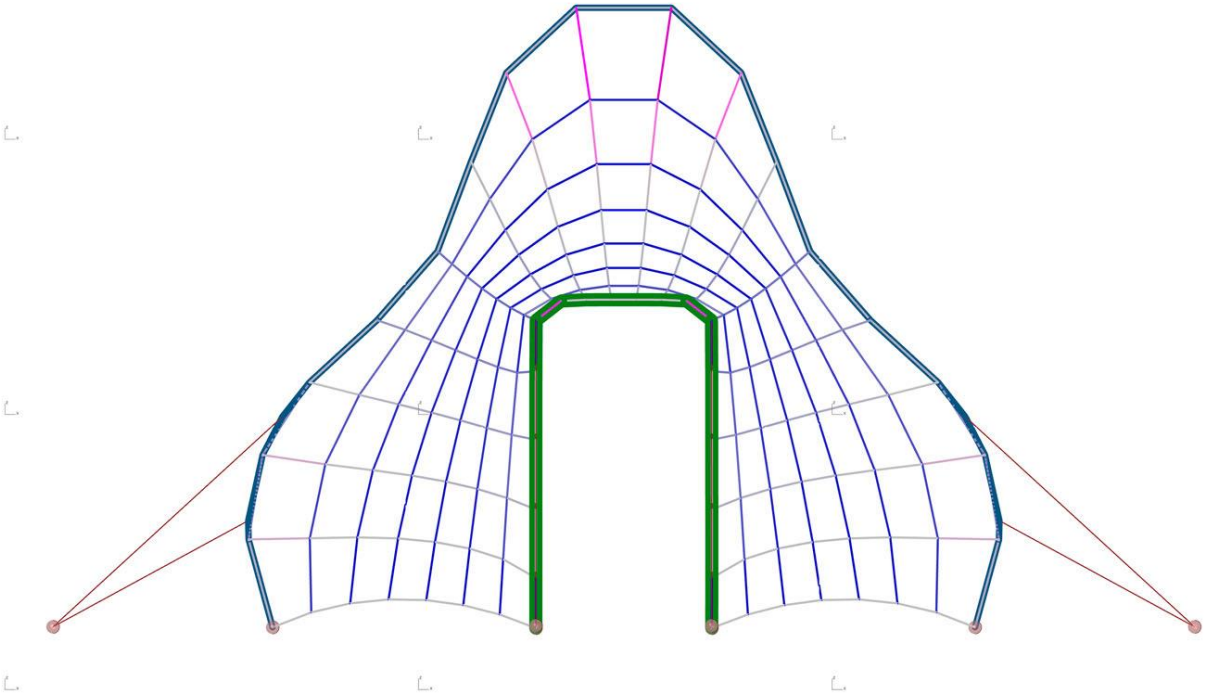
سپس یک مش چهارگانه جدید بازسازی می شود بر اساس ترجیحات ابعاد الگوی برش داده شده.

راه راه های چهارگوش هستند استخراج، بازگشایی، جهت گیری مجدد به یک شبکه توزیع.

شکاف های جوش اضافه می شوند و یک دنباله شماره گذاری ایجاد می شود تا موقعیت های مربوطه را روی نقشه سه بعدی الگوهای برش نشان دهد. شکل 8.



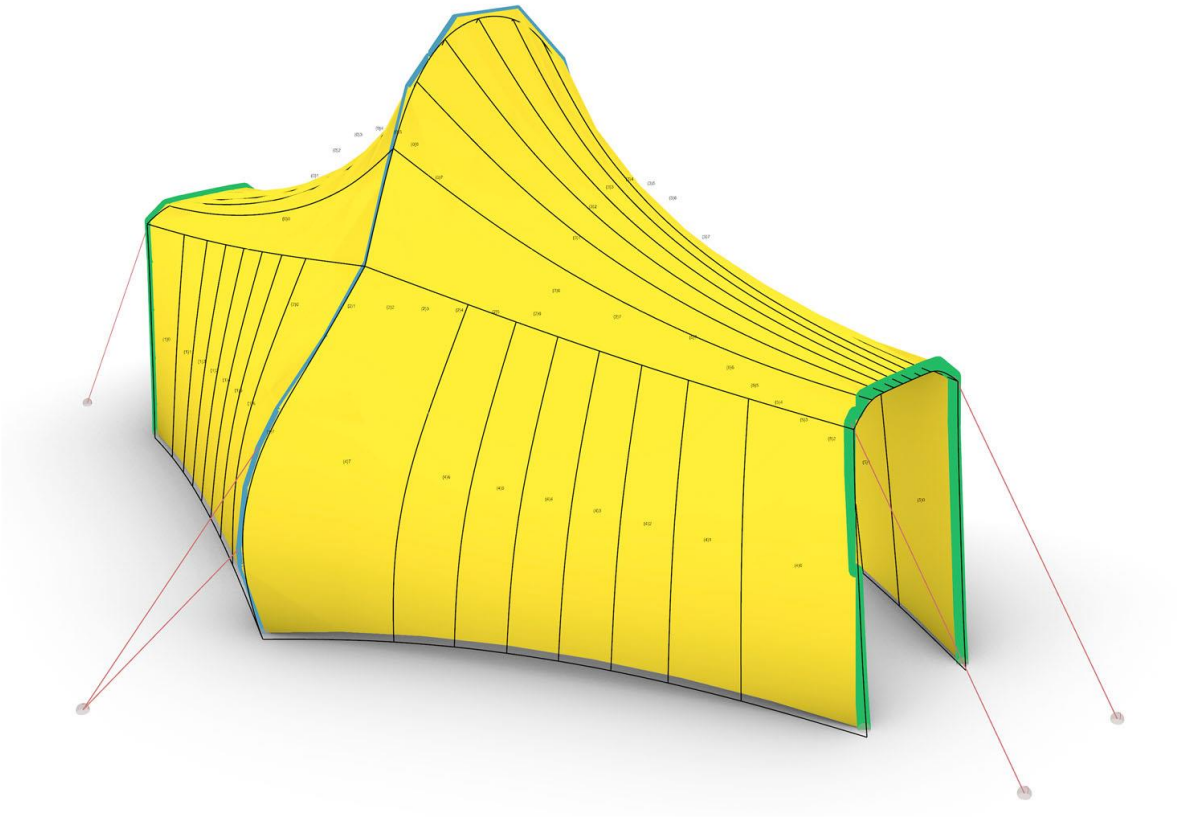
شکل 6. نمودار انحنای غشاء.



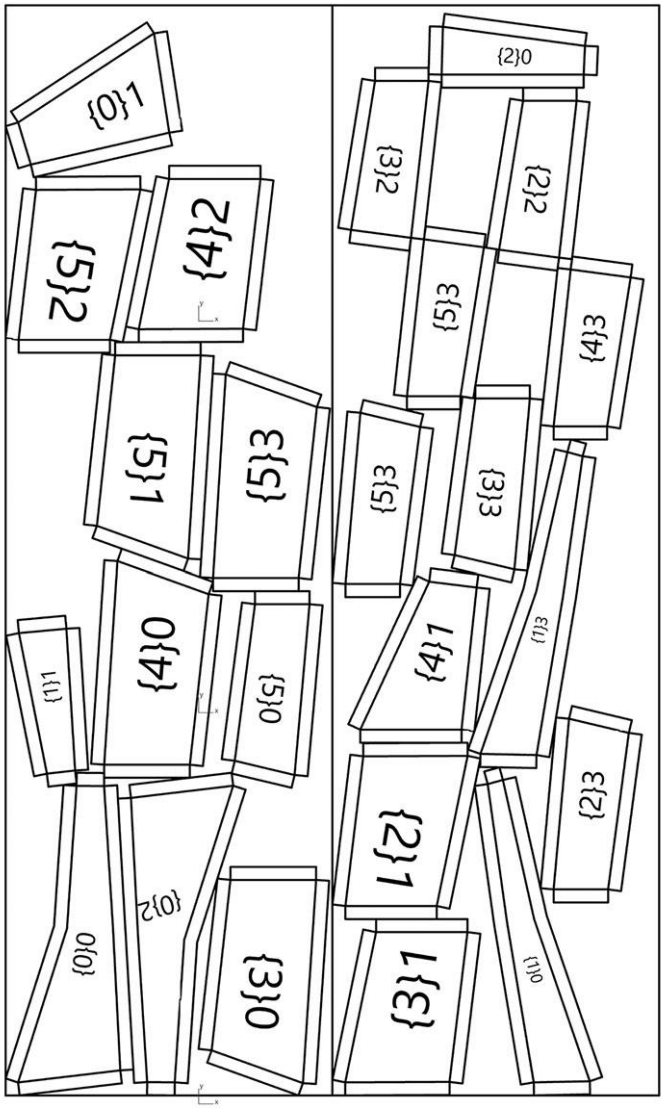
شکل 7. نمودار کرنش غشایی.

sequence is created to show the corresponding positions on the 3D map of the cutting patterns Figure 8. The finalised patterns are then nested onto given fabrication sheets with the help of the 'Open Nest' algorithm by Petras Vestartas Figure 9.

سپس الگوهای نهایی شده روی ورق های ساخت داده شده با کمک الگوریتم آشیانه باز توسط پتراس وستارتاس قرار می گیرند شکل 9.



شکل 8. نقشه الگوی برش.



شکل 9. الگوهای برش تو در تو.

Compliance to UNHCR norms

There has been a number of publications from various entities that define standards for emergency shelter design. Widely accepted standards are developed by big humanitarian actors such as UNHCR (The Sphere Project, 2015; UNHCR, 2000, 2006).

This UNHCR standard defines that the area per person inside the shelter should be 3.5 m_2 for hot climates and 4.5 m_2 for cold climates. It also defines the standard for the height to be 2 m at the highest point (UNHCR, 2006). Those standards, however, do not describe much about the quality of the space within the area and height limits. Figure 10 shows three different section diagrams of shelters that all comply with the standard of 2 mat the highest point. They may also have the same area underneath the roof. However, it is evident that some sheltersmay have superior comfort compared to others due to their shape, notwithstanding the fact that standard-wise they all are equally good.

The covers of shelters are often made of technical textiles. Those have inherent structural characteristics that predetermine the shapes that they can have. And those surfaces often have nonflat, anticlastic shapes that ensure tension in both opposite curvature directions (Bradatsch et al., n.d.). This means that the geometry will consequently have varying height and as such the singular dimension of the height at the tip of the shelter will not be sufficient to describe the height of the shelter.

انطباق با هنجارهای UNHCR

تعدادی از انتشارات از نهادهای مختلف وجود دارد که استانداردهایی را برای شرایط اضطراری تعریف می کنند.

استانداردهای پذیرفته شده گسترده توسط بازیگران بزرگ بشردوستانه مانند UNHCR تدوین شده است .(The Sphere Project, 2015; UNHCR, 2000, 2006) .

این استاندارد UNHCR تعریف می کند که مساحت هر نفر در داخل پناهگاه باید 3.5 متر مربع برای آب و هوا ی گرم باشد.

و 4.5 متر مربع برای آب و هوای سرد.

همچنین استاندارد ارتفاع 2 متر را تعیین می کند .(UNHCR, 2006) .

با این حال، این استانداردها چیز زیادی در مورد فضای داخل محدوده و ارتفاع کیفیت توصیف نمی کنند.

شکل 10 سه نمودار بخش مختلف از پناهگاه ها را نشان می دهد که همه با استاندارد 2 مت بالاترین نقطه مطابقت دارند.

آنها همچنین ممکن است همان ناحیه زیر سقف را داشته باشند.

با این حال، بدیهی است که برخی از پناهگاه ها ممکن است در مقایسه با سایر پناهگاه ها از راحتی بالاتری برخوردار باشند به دلیل شکل آنها، با وجود این واقعیت که از نظر استاندارد همه آنها به یک اندازه خوب هستند.

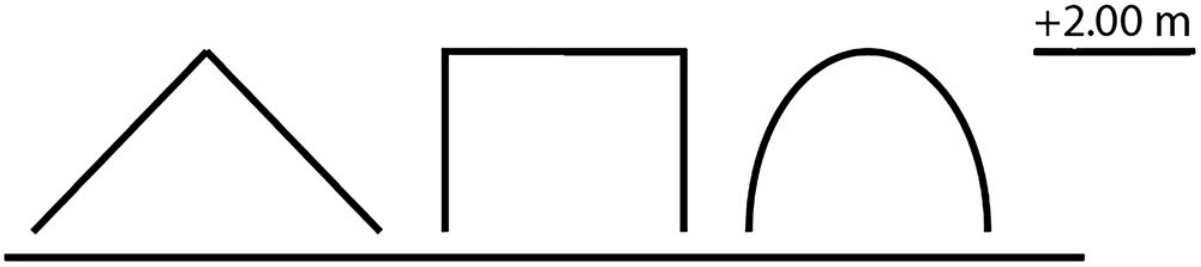
روکش پناهگاه ها اغلب از منسوجات فنی ساخته می شود.

شکل ها ساختارها و ویژگی هایی ذاتی دارند که از پیش تعیین می کند.

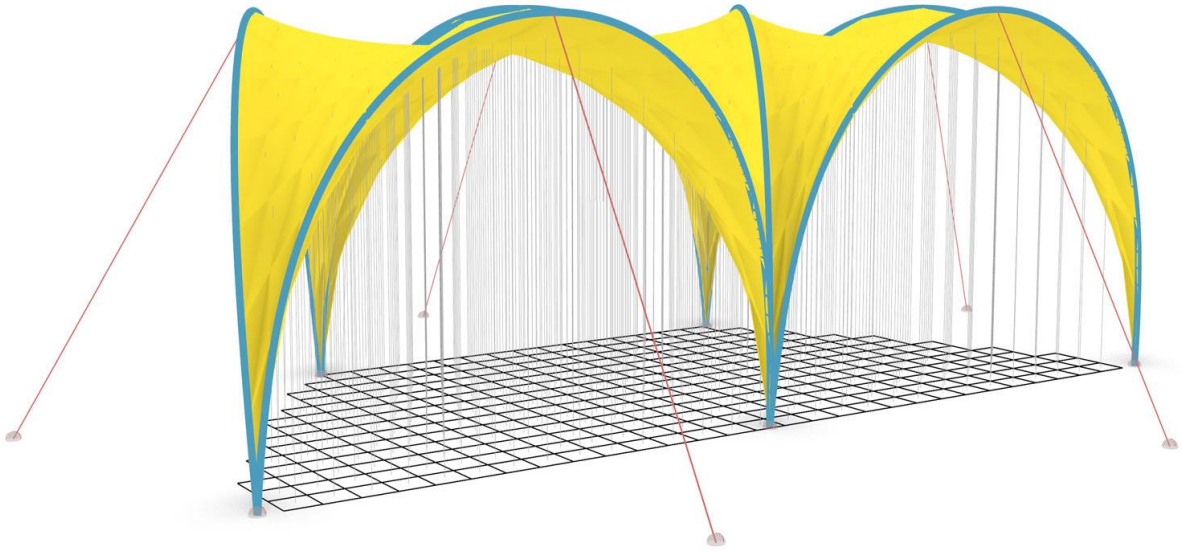
و آن سطوح اغلب غیر مسطح هستند،اشکال ضدآواری که کشش را در هر دو جهت انحنای مخالف تضمین می کند

(Bradatsch et al., n.d.).

این بدان معنی است که هر هندسه در نتیجه ارتفاع متفاوتی خواهد داشت و در نتیجه مفرد خواهد بود بعد ارتفاع در نوک پناهگاه برای توصیف ارتفاع پناهگاه کافی نخواهد بود.



شکل 10. مقاطع مختلف برای ارتفاع یکسان.



شکل 11. شبکه اندازه گیری ارتفاع.

In order to better describe the quality of the shelter in regards to its height, a measurement method is proposed that is also integrated into the design algorithm to give instant feedback to the designer.

به منظور توصیف بهتر کیفیت پناهگاه از نظر ارتفاع آن، روش اندازه گیری پیشنهاد شده است که همچنین در الگوریتم طراحی ادغام شده است تا بازخورد فوری به طراح بدهد.

Measurement method

The proposed method requires the algorithm available at hand to execute height measurement compared to measuring the just the tip height of the shelter, however it provides qualitative and quantitative insights on howwell does the given design work. Given the fact that the shelters are limited in space, the deeper analysis of the shelter's internal geometry is necessary to ensure better living conditions inside. Since the element defining the covered area are surface elements the analysis is based upon meshes that represent the cover of the shelter. At first, the convex boundary of the shelter on a horizontal plane is determined. The convex boundary serves as a plot for populating the measurement points. An almost quadratic grid is created within the bounds of the convex boundary. The precision is controllable by the architect. Each quad of the measurement grid calculates the distance of the four corners to its vertical projection on the cover. Then the four corner values are averaged to represent the height at that quad Figure 11.

The heights' dataset is then visualised by the following means:

. A controllable colour diagram is created that defines the lower and higher bounds for the measurement and the interpolation steps for the data. Usually, the higher bound should be coloured as the standard towards which the shelter is designed. A bar chart is created to represent the percentages of the area that fall under each of the height steps. This is crucial for understanding how much of the area is applicable for various type of activities that require a certain height (sleeping, cooking etc.). Also, the covered total area, the highest point and the number of people the can fit inside (according to the standard) is given Figure 12.

. A plan view is drawn that incorporates the data of the heights represented with the coloured scheme at every measurement quad. This can serve for multiple purposes, like identifying the parts where a human can pass, the areas that are inefficient for a certain type of activity and so on. It can serve as a tracing layer for floor planning Figure 13.

. Lastly, a floor plan diagram is drawn that represents the cover of each membrane piece and shows the areas where the height of the membrane is lower than the given threshold. This threshold can be indicated independently from the height colouring graph Figure 14.

روش اندازه گیری

روش پیشنهادی به الگوریتم موجود برای اجرای اندازه گیری ارتفاع در مقایسه نیاز دارد برای اندازه گیری ارتفاع نوک پناهگاه، با این حال کیفی و کمی بینش در مورد چگونگی عملکرد طراحی داده شده را فراهم می کند.

با توجه به اینکه پناهگاه ها از نظر فضا محدود هستند، تجزیه و تحلیل عمیق تر از هندسه داخلی پناهگاه برای اطمینان از شرایط بهتر زندگی در داخل ضروری است.

از آنجایی که عنصری که ناحیه تحت پوشش را تعریف می کند، عناصر سطحی است، تحلیل بر اساس آن است مش هایی که نمایانگر پوشش پناهگاه هستند.

در ابتدا، مرز محدب پناهگاه بر روی یک صفحه افقی تعیین می‌شود.

مرز محدب به عنوان یک نمودار برای پر کردن اندازه گیری عمل می کند .

یک شبکه تقریبا درجه دوم در محدوده مرز محدب ایجاد می شود.

دقت توسط معمار قابل کنترل است.

هر مربع از شبکه اندازه‌گیری فاصله چهار گوشه تا افکنش عمودی بر روی پوشش را محاسبه می‌کند.

سپس چهار مقدار گوشه برای نشان دادن میانگین می شوند ارتفاع در آن چهارتایی شکل 11.

سپس مجموعه داده مرتفع با روش‌های زیر به تصویر کشیده می‌شود:

یک نمودار رنگی قابل کنترل ایجاد می شود که مرزهای پایین و بالاتر را برای آن مشخص می کند

اندازه گیری و مراحل درون یابی برای داده ها.

معمولا، حد بالاتر باید به عنوان استانداردی که پناهگاه به سمت آن طراحی شده‌است، رنگی شود.

یک نمودار میله‌ای برای نشان دادن درصد منطقه‌ای که در زیر هر یک از مراحل ارتفاع قرار می‌گیرد، ایجاد می‌شود.

این امر برای درک این که چه مقدار از این منطقه برای انواع مختلفی از فعالیت‌هایی که به یک ارتفاع خاص نیاز دارند (خوابیدن، پخت‌وپز و غیره)قابل‌اجرا است، حیاتی است.

همچنین مساحت کل پوشش داده‌شده، بالاترین نقطه و تعداد افرادی که می‌توانند در داخل جا بگیرند (با توجه به استاندارد)در شکل ۱۲ نشان‌داده شده‌است.

یک نمای طرح ترسیم شده‌است که داده‌های ارتفاع‌های نشان‌داده‌شده با طرح رنگی در هر چهار چوب اندازه‌گیری را در بر می‌گیرد.

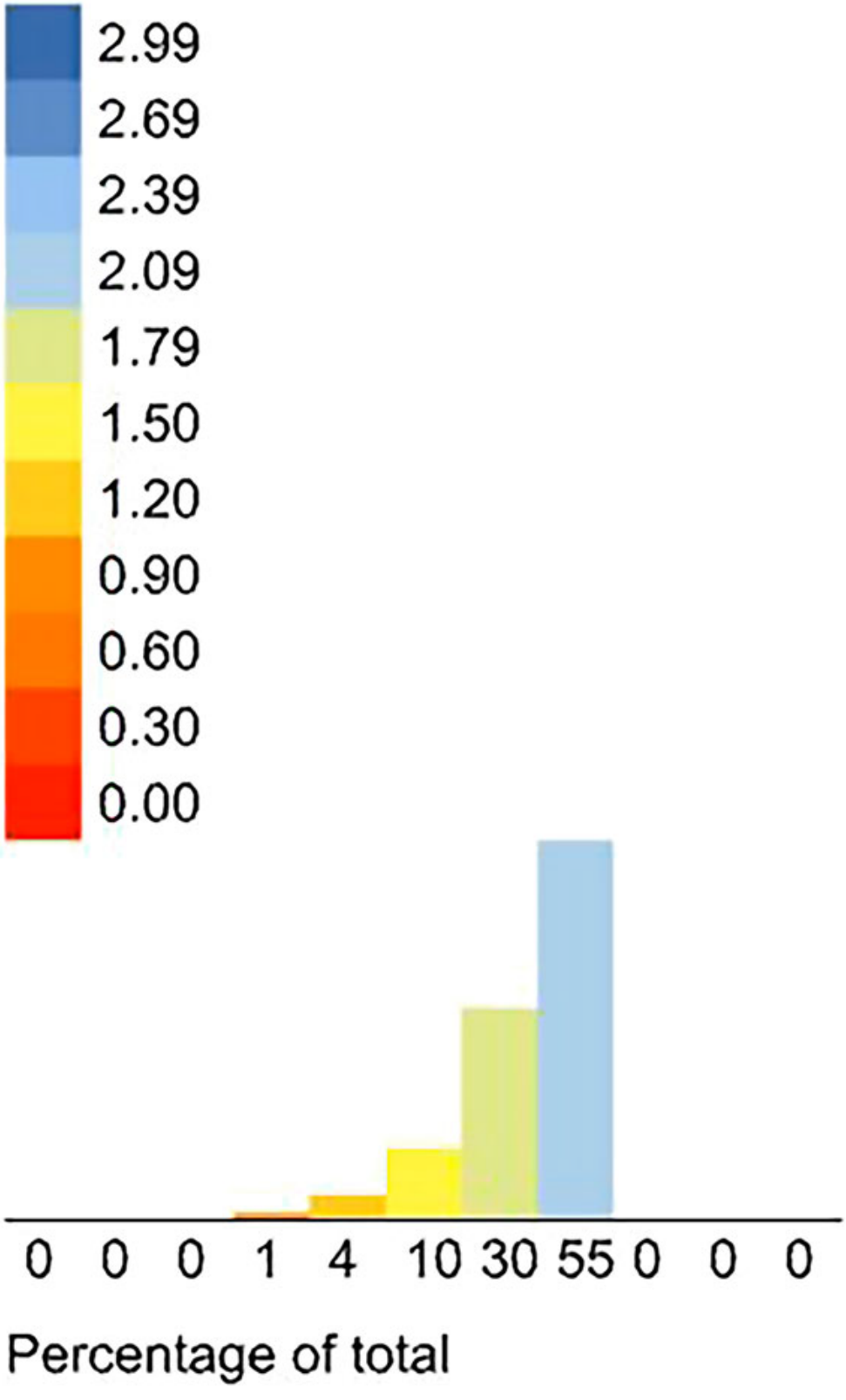
این می‌تواند برای اهداف متعددی بکار رود، مانند شناسایی بخش‌هایی که یک انسان می‌تواند از آن‌ها عبور کند، مناطقی که برای نوع خاصی از فعالیت ناکارآمد هستند و غیره.

می تواند به عنوان یک لایه ردیابی برای برنامه ریزی کف عمل کند شکل 13.

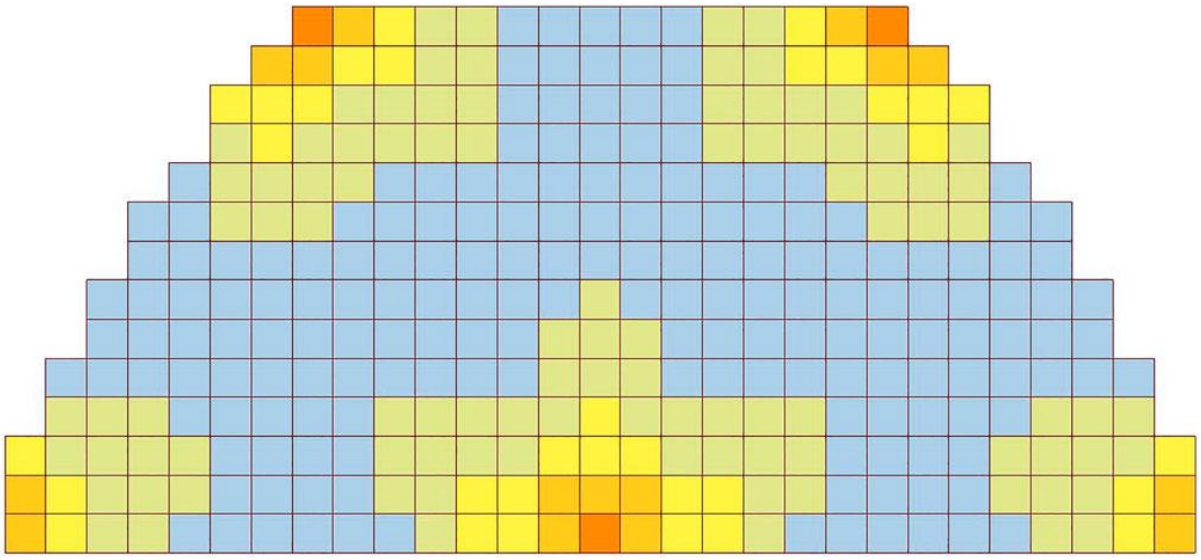
در نهایت، یک نمودار طرح کف رسم شده‌است که پوشش هر قطعه غشا را نشان می‌دهد و مناطقی را نشان می‌دهد که ارتفاع غشا کم‌تر از آستانه معین است.

این آستانه را می توان به صورت مستقل از نمودار رنگ‌آمیزی ارتفاع نشان داد. شکل ۱۴.
شکل ۱۵ ظاهر کلی تحلیل طراحی و رابط بازخورد را نشان می‌دهد.

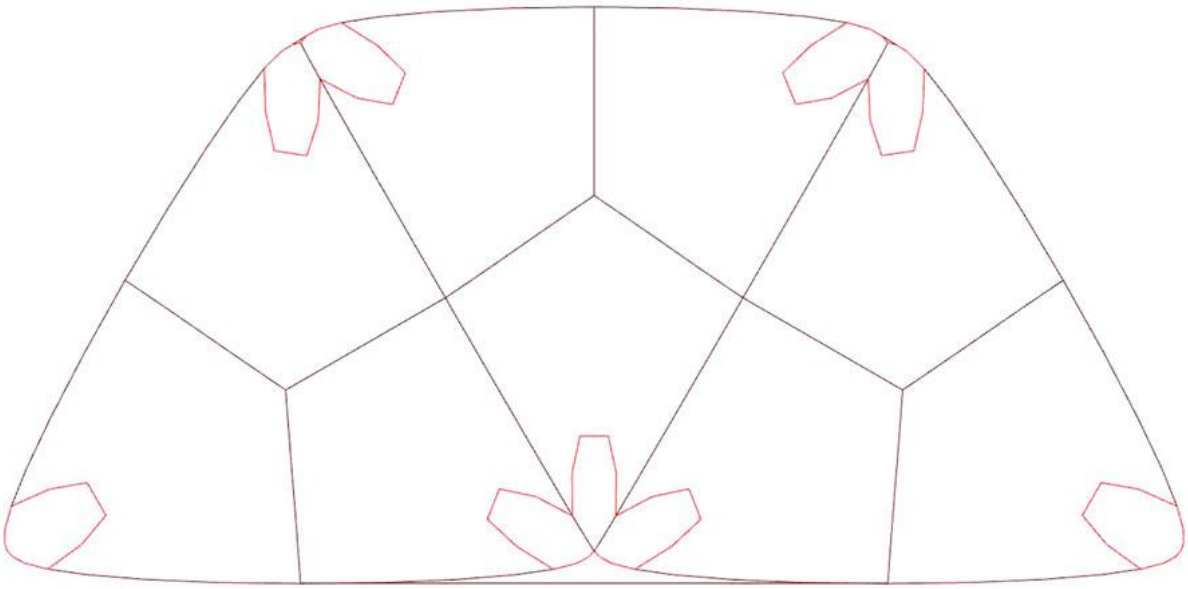
Covered area - 12.59 m²
Highest point - 2.23 m
People (3.5m² per person) - 3



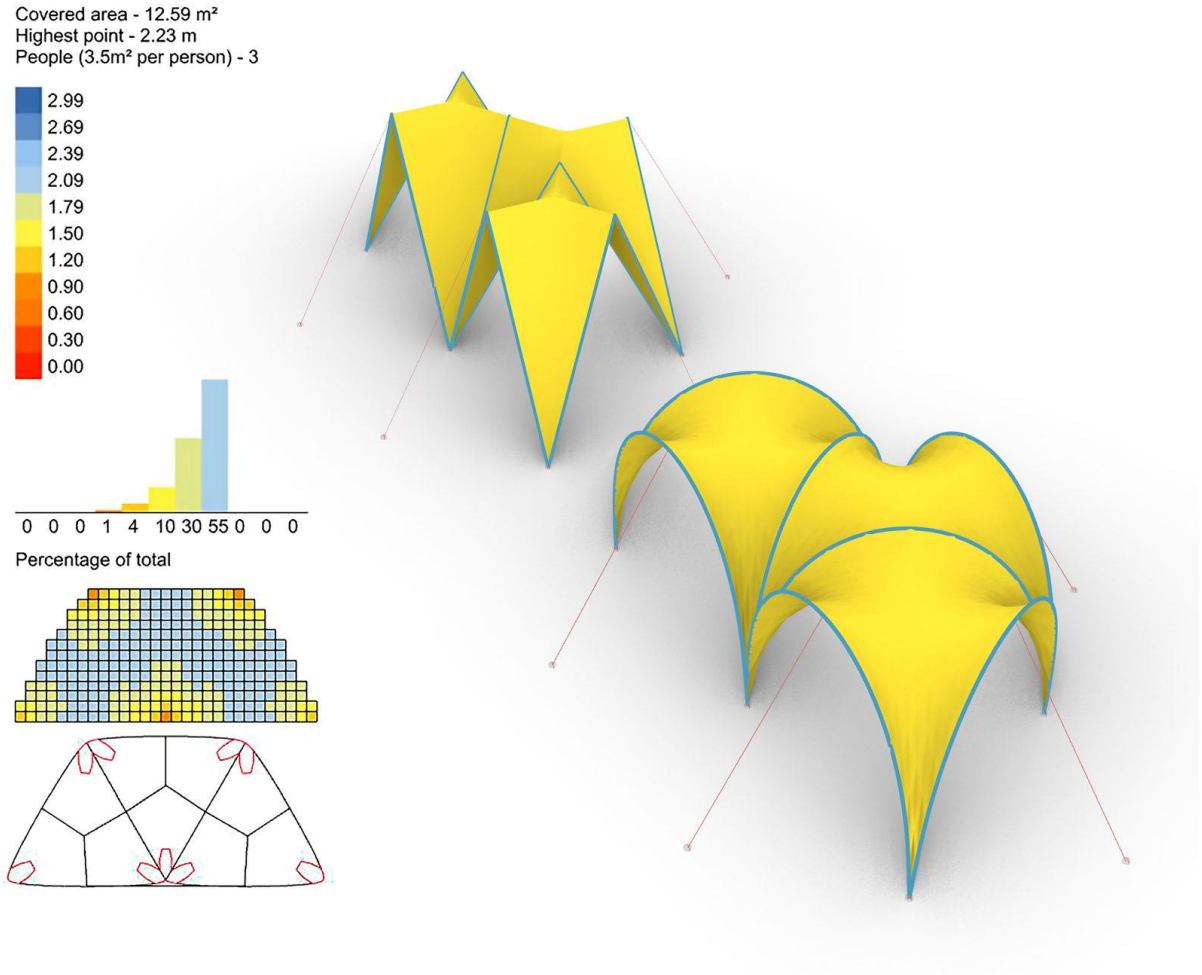
شکل 12. آمار قد.



شکل 13. نقشه ارتفاع.



شکل 14. نمودار نقشه.



شکل 15. رابط.

بحث

واضح است که معماری انسانی تفاوت‌هایی با دیگر حوزه‌های عمل طراحی معماری دارد.

این ویژگی‌ها باید مورد توجه قرار گیرند زیرا بر کیفیت سرپناه که میلیون ها نفر از افراد نیازمند دریافت می‌کنند، تاثیر می‌گذارد.

پناهگاه‌های اضطراری اغلب برای آگاهی از وضعیت نهایی خود به تحلیل‌های تغییر شکل زیادی نیاز دارند.

با توجه به آن مدل‌سازی محاسباتی امکان ایجاد الگوریتم ها و ابزارهای سفارشی را فراهم می‌کند که به کاره‌ای طراحی خاص کمک می‌کند.

با داشتن وظیفه طراحی پناهگاه، الگوریتم توسعه‌یافته قبلی برای طراحی پناهگاه اتخاذ شد و برای ایجاد مدل‌های مطالعه مورد استفاده قرار گرفت.

آن موارد طراحی مطالعه، پتانسیل الگوریتم برای طراحی پناهگاه را نشان می‌دهد.

کارایی برخی از دستورالعمل‌های اضطراری زیر سوال رفته‌است و یک روش اعتبار سنجی جایگزین عمیق‌تر برای انطباق با استانداردهای ارتفاع و مساحت برای پناهگاه‌ها پیشنهاد شده‌است.

نتیجه

تلاشی برای آوردن فن‌آوری طراحی معماری پیشرفته به دست معماران بشر دوست به منظور ترویج روش‌های طراحی پناهگاه انجام شد.

مدل‌سازی الگوریتمی و شبیه‌سازی‌های فیزیک امکان ایجاد ابزارهای طراحی مناسب را می‌دهد که می‌تواند برای یک کار طراحی خاص مناسب باشد.

نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق روش‌های جدیدی را پیشنهاد کرده و نحوه استفاده از این روش‌ها را نشان می‌دهد.

همچنین، این مقاله کارایی برخی از استانداردهای پذیرفته شده‌برای معماری بشردوستانه را زیر سوال می‌برد و جایگزینی را برای تجزیه و تحلیل دقیق هندسه داخلی پناهگاه‌ها پیشنهاد می‌کند.

کارایی بیشتر

همانطور که قبلا گفته شد، این الگوریتم در حال حاضر تحلیل‌های ساختاری را با سختی واقعی مواد انجام نمی‌دهد.

این یک بخش مهم گمشده است که در تحقیقات آینده به آن پرداخته خواهد شد.

روش محاسبه نقشه هوایی پیشنهادی برای ارزیابی پناهگاه‌های اضطراری محبوب موجود مورد استفاده قرار خواهد گرفت.