



فرم پیشنهاد پروژه پایانی، دوره‌ی کارشناسی (ویرایش فروردین ۱۴۰۳)

عنوان پروژه (فارسی): ارائه راهکاری برای مصورسازی الگوریتم‌های ساختار داده توسط زبان لاتک

عنوان پروژه (انگلیسی): Providing a solution for visualizing data structure algorithms by LaTeX language

نام دانشجو	شماره دانشجویی	بسته اصلی و فرعی	تعداد واحد گذرانده شده	امضا
۱ مهروسادات نوحی	۹۹۳۶۱۳۰۶۱	نرم افزار / شبکه	۱۲۴	
۲ یاسمین اکبری عسکرانی	۹۹۳۶۱۳۰۰۶	نرم افزار / شبکه	۱۱۱	

استاد راهنمای پروژه: دکترافسانه فاطمی - دکتر آرش شفیعی

نظر استاد راهنما:

امضای استاد راهنما - تاریخ

این پیشنهاد در تاریخ

در شورای گروه

مطرح گردید و

☐ بدون تغییر مورد تصویب قرار گرفت.

☐ با شرایط زیر مورد تصویب قرار گرفت.

☐ به دلایل زیر مورد تصویب قرار نگرفت.

نام عضو هیئت علمی بررسی کننده:

تاریخ و امضا:

## ۱- موضوع پروژه و اهداف آن را به اختصار شرح دهید.

در دنیای امروز، الگوریتم‌ها نقش حیاتی در زمینه‌های مختلف از جمله علم کامپیوتر، مهندسی، علوم پایه و حتی زندگی روزمره ما ایفا می‌کنند. با این حال، درک مفاهیم مربوط به الگوریتم‌ها برای بسیاری از افراد چالش برانگیز است. این پروژه با هدف ارائه روشی جذاب و بصری برای آموزش و یادگیری الگوریتم‌های کامپیوتری [۱] طراحی شده است. در این پروژه قصد داریم کتابخانه‌ای را برای مصورسازی<sup>۱</sup> الگوریتم‌های مختلف کامپیوتری ارائه دهیم. در این سیستم، کاربران می‌توانند اطلاعات اولیه مربوط به الگوریتم مورد نظر خود که در فهرست الگوریتم‌های پیاده‌سازی شده وجود دارد را بدهند؛ سپس، سیستم به صورت گام به گام مراحل اجرای الگوریتم را به صورت تصویری با استفاده از زبان لاتک<sup>۲</sup> مصورسازی می‌کند [۲]. این موضوع به کاربران کمک می‌کند تا نحوه عملکرد الگوریتم را به وضوح مشاهده و درک کنند.

در این پروژه، با نمایش گام به گام مراحل اجرای الگوریتم‌ها، درک بصری کاربران از نحوه عملکرد آنها به طور قابل توجهی ارتقا می‌یابد. علاوه بر این، کاربران می‌توانند با مشاهده عملکرد الگوریتم‌ها نحوه کارکرد آن آشنا بشوند. استفاده از روش‌های بصری و تعاملی در این ابزار، یادگیری الگوریتم‌ها را جذاب‌تر می‌کند، به خصوص برای افرادی که تمایل ذاتی به مفاهیم انتزاعی ندارند. در نهایت، به منظور ارائه خروجی با کیفیت بالا و چاپ مطلوب، از زبان لاتک در این پروژه استفاده خواهیم کرد. در مجموع، این پروژه به دنبال ارتقای سطح درک و آموزش الگوریتم‌های کامپیوتری برای طیف وسیعی از مخاطبان است. از کاربردهای پروژه، می‌توان در آموزش، یادگیری، پژوهش و مرجع اشاره نمود. در بخش آموزش، این ابزار می‌تواند در کلاس‌های درس، کتاب‌های آموزشی، دوره‌های آنلاین و یا به صورت خودآموزی برای آموزش الگوریتم‌های کامپیوتری به کار گرفته شود. در بخش یادگیری، دانش‌آموزان و دانشجویان می‌توانند از این ابزار برای یادگیری مفاهیم الگوریتم‌ها به روشی بصری استفاده کنند. در بخش پژوهش، محققان می‌توانند از این ابزار برای بررسی عملکرد الگوریتم‌های مختلف استفاده کنند و همچنین در بخش مرجع، این ابزار می‌تواند به عنوان منبعی برای افرادی که در حال حاضر بر روی مقاله‌ای یا پژوهشی کار می‌کنند مؤثر واقع شود.

## ۲- روش انجام پروژه را توضیح دهید.

برای انجام این پروژه، درگام اول برای بالا بردن سطح دانش و اطلاعات و همچنین آشنایی با الگوریتم‌ها باید مطالعه و یادگیری صورت گیرد [۳]. الگوریتم‌ها و ساختمان‌های داده‌ای که هدف اولیه پروژه هستند به شرح زیر می‌باشد [۴]:

- الگوریتم‌های مرتبط با آرایه: برای این دسته از الگوریتم‌ها همان‌طور که مشخص است ساختمان داده از نوع آرایه، به عنوان ورودی برای الگوریتم در نظر گرفته می‌شود و الگوریتم‌های مدنظر شامل انواع الگوریتم‌های جستجو مانند جستجو خطی<sup>۳</sup> و جستجو دودویی<sup>۴</sup> و الگوریتم‌های مرتب‌سازی مانند مرتب‌سازی درجی<sup>۵</sup>، مرتب‌سازی انتخابی<sup>۶</sup>، مرتب‌سازی حبابی<sup>۷</sup>، مرتب‌سازی سریع<sup>۸</sup>، مرتب‌سازی ادغامی<sup>۹</sup> و موارد مرتبط با انواع مرتب‌سازی‌ها می‌باشد.
- الگوریتم‌های مرتبط با لیست پیوندی<sup>۱۰</sup>: ساختمان داده این دسته از الگوریتم‌ها یک لیست پیوندی است که الگوریتم‌های ساخت لیست پیوندی، اضافه کردن گره<sup>۱۱</sup> به لیست پیوندی، حذف گره و موارد مرتبط می‌باشد.
- الگوریتم‌های مرتبط با استک<sup>۱۲</sup> و صف<sup>۱۳</sup>: ساختمان داده این دسته از الگوریتم‌ها استک و صف و در صورت لزوم و بسته به نوع الگوریتم آرایه می‌باشد. الگوریتم‌های اضافه، حذف، پیاده‌سازی استک با صف و یا پیاده‌سازی صف با استک و پیاده‌سازی هر دو با آرایه می‌باشد.
- الگوریتم‌های مرتبط با درخت: ساختمان داده برای این دسته الگوریتم، درخت و در مواردی ممکن است نیاز به آرایه (برای ساخت درخت) داشته باشیم. تمامی الگوریتم‌های ساخت درخت‌ها مانند ساخت درخت دودویی<sup>۱۴</sup>، درخت جستجو دودویی<sup>۱۵</sup> و الگوریتم‌های جستجو کلید در انواع درخت‌ها و همچنین پیمایش درخت به انواع مختلف مانند سطحی<sup>۱۶</sup> و عمقی<sup>۱۷</sup> و همچنین عملیات پایه مانند درج گره در درخت، یافتن کمینه و بیشینه در درخت و حذف گره خاص و مطلوب کاربر در درخت‌های مذکور می‌باشد.

<sup>1</sup> Visualization

<sup>2</sup> Latex

<sup>3</sup> Linear Search

<sup>4</sup> Binary Search

<sup>5</sup> Insertion Sort

<sup>6</sup> Selection Sort

<sup>7</sup> Bubble Sort

<sup>8</sup> Quick Sort

<sup>9</sup> Merge Sort

<sup>10</sup> Linked List

<sup>11</sup> Node

<sup>12</sup> Stack

<sup>13</sup> Queue

<sup>14</sup> Binary Tree

<sup>15</sup> Binary Search Tree

<sup>16</sup> Level Traversal

<sup>17</sup> Depth Traversal

مرحله یادگیری، مربوط به آشنایی با روش‌های مصور سازی الگوریتم‌ها در زبان لاتک مانند کتابخانه تیکزد<sup>۱۸</sup> است [۵]. در گام بعد باید از میان الگوریتم‌های انتخاب شده، با در نظر گرفتن مدت زمان انجام پروژه، نحوه پیاده سازی الگوریتم و پیچیدگی الگوریتم برای ادامه کار دسته‌ای از الگوریتم‌ها انتخاب کنیم. سپس با نحوه عملکرد الگوریتم‌های انتخاب شده در گام قبل آشنا شده و به پیاده‌سازی آن در پروژه بپردازیم.

در این گام برای هر الگوریتم، باید به خوبی مشخص شود که روند عملکرد الگوریتم چگونه است و در هر مرحله از اجرای الگوریتم، در چه وضعیتی قرار داریم. این به مخاطبان پروژه کمک می‌کند تا روند اجرای الگوریتم را بهتر درک کنند و ارتباط بین ورودی‌ها، فرآیند الگوریتم و خروجی‌های آن را به وضوح ببینند. پروژه در واقع داده‌های اولیه الگوریتمی که قرار است پردازش روی آن انجام گیرد را به عنوان ورودی گرفته و برای هر وضعیت درون الگوریتم به صورت گام به گام مراحل اجرای الگوریتم را به صورت تصویری با استفاده از زبان لاتک مصور سازی می‌کند. این بخش شامل طراحی کتابخانه‌ای جامع برای مصور سازی این دسته از الگوریتم‌ها می‌باشد. یکی دیگر از گام‌های ما در این پروژه آشنایی با زبان لاتک است که از آن در جهت نشان دادن تصاویر درموارد آموزشی استفاده می‌شود [۶]. در واقع کاربرانی که قرار است خروجی کار پروژه را مشاهده کنند، با کارکرد الگوریتم در هر لحظه و خروجی آن به صورت واضح آشنا می‌شوند. در آخر می‌توان گفت پروژه بر روی مصور سازی تعداد محدودی از الگوریتم‌ها و تعمیم کتابخانه‌ای برای ایجاد قابلیت استفاده در مجموعه بزرگ‌تری از الگوریتم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در ادامه برای وضوح و درک بهتر روش انجام پروژه به بررسی یک مثال در ارتباط با الگوریتم جستجو دودویی می‌پردازیم [۷]. این الگوریتم شامل دو بخش می‌باشد بخش اول مربوط به ساخت درخت است که با دریافت تعداد گره‌های درخت و مقادیر آن‌ها به تولید درخت‌های ممکن می‌پردازیم. در اینجا دو روش پیش روی ما است:

- می‌توانیم به تولید تمام درخت‌های ممکن با شرط محدودیت تعداد گره‌ها بپردازیم.
  - می‌توانیم از بین کل درخت‌ها تعدادی محدودی به عنوان مثال یک یا دو درخت به صورت رندوم ارائه کنیم.
- روش دوم در پروژه مدنظر ما است اما با توجه به محدودیت زمان پروژه ممکن است قادر به پیاده‌سازی روش اول نیز باشیم. همچنین مراحل ساخت درخت نیز مصور سازی خواهد شد که این مصور سازی به صورت نمایش مرحله به مرحله، اضافه شدن هر گره به درخت تا تکمیل نهایی آن انجام می‌شود. پس از تکمیل ساخت درخت بخش بعدی می‌تواند شامل جستجو مقدار مورد نظر در درخت و مقایسه آن با گره‌های درخت در هر مرحله تا رسیدن به گره مقصد مصور شود.

۳- آیا این پروژه و یا مشابه آن قبلاً انجام شده است؟ اگر بله، تفاوت‌های این پروژه با پروژه‌های قبلی را (در صورت وجود) ذکر کنید.

ابزارهایی وجود دارند که کارکرد نسبتاً مشابهی با پروژه مورد نظر ما دارند، به عنوان مثال، سایت مصور سازی الگوریتم<sup>۱۹</sup> که شامل مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها در دسته‌های مختلف مانند مرتب‌سازی، جستجو، ساختارهای داده و گراف است، که برای هر الگوریتم، یک توضیح مختصر، پیاده‌سازی کد به زبان‌های مختلف برنامه‌نویسی مانند پایتون، جاوا اسکریپت و سی پلاس پلاس و یک مصور سازی تعاملی ارائه می‌کند [۸]. از تفاوت‌های اصلی این سایت با پروژه ما در آنلاین بودن این سایت و مورد دیگر مربوط به خروجی است، که این سایت به صورت گرافیکی فقط کارکرد الگوریتم‌ها را نمایش می‌دهد؛ اما ما قصد داریم خروجی به زبان لاتک داشته باشیم تا بتوان از آن در آموزش، انتشار کتاب و مقاله و ... استفاده کرد [۹].

مورد مشابه بعدی، یک پلتفرم آنلاین تعاملی برای مصور سازی الگوریتم‌های مرتب‌سازی است که از کتابخانه جاوا اسکریپت برای رسم نمودارها و تصاویر الگوریتم‌ها به صورت آنلاین استفاده می‌کند. از تفاوت‌های اصلی با پروژه ما این است که این سایت مصور سازی‌های تعاملی را به صورت آنلاین ارائه می‌دهد. اما پروژه مورد نظر ما کد لاتک را برای تولید تصاویر مصور سازی شده از الگوریتم‌ها ارائه می‌دهد که می‌توان آن‌ها را به صورت آفلاین چاپ یا نمایش داد. همچنین در این نمونه، داده‌ها به صورت پیش فرض برای اجرای الگوریتم‌ها وجود دارند در صورتی که ما قصد داریم داده‌های دلخواه کاربر به الگوریتم داده شود [۱۰].

مورد مشابه دیگر، موردی است که توسط پروفسور دیوید گالس از دانشگاه سن فرانسیسکو برای مصور سازی مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها و ساختارهای داده توسعه یافته و به صورت رایگان و متن باز در دسترس است. تفاوت اصلی این مورد با پروژه مورد نظر ما مانند موارد قبلی در آنلاین بودن و شکل خروجی آن است [۱۱].

۴- طرح تجاری خود در رابطه با تجاری سازی و به سودرسانی پروژه‌ای انجام شده را (در صورت وجود) توضیح دهید.

باتوجه به اهدافی که برای این پروژه، ذکر شد برنامه‌های متعددی برای تجاری سازی و به سودرسانی آن می‌توانیم در نظر بگیریم. از جمله استفاده از این پروژه برای انتشار محتواهای آموزشی مانند انتشار کتاب‌های الکترونیکی و چاپی، دوره‌های آموزشی و مقالات و وبلاگ‌ها. همچنین از طریق همکاری با مؤسسات آموزشی مانند مدارس و دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و ارائه نسخه‌های متن‌باز برای مشارکت کاربران؛ از جمله مواردی برای تجاری سازی پروژه ما هستند. از خروجی این پروژه می‌توان برای توسعه دیگر ابزارها توسط افراد دیگر مانند اساتید یا دانشجویان دیگری که قصد طراحی پروژه‌های بزرگ‌تر و جامع‌تر در حوزه مصور سازی الگوریتم‌ها با تعمیم و گسترش این پروژه را دارند بهره برد. وجود کاربران زیاد از دانشجویان و استادان، و نیز قابلیت توسعه این الگوریتم‌ها از ویژگی‌های موثر در تجاری سازی این کار می‌باشند.

<sup>18</sup> Tikz

<sup>19</sup> <https://algorithm-visualizer.org/>

۵- امکانات موردنیاز جهت انجام پروژه را ذکر نمایید.

جهت انجام پروژه، ما به یک زبان برنامه‌نویسی سطح بالا مانند پایتون برای توسعه کد و دریافت الگوریتم‌ها برای ورودی و همچنین ابزارهای مربوط به لانتک برای تولید تصاویر مصورسازی شده از الگوریتم‌ها به عنوان خروجی نیازمند هستیم [۱۲].

۶- مهم‌ترین منابع و مراجع لازم برای انجام پروژه‌ی پیشنهادی را نام ببرید.

- [1] N. Singh and R. G. Tiwari, "Basics of Algorithm Selection : A Review," *International Journal of Computer Science Trends and Technology*, 2015, [Online]. Available: [www.ijcstjournal.org](http://www.ijcstjournal.org)
- [2] <https://aryanaghalam.com/book/storytelling-with-data/>.
- [3] Cormen, Leiserson, Rivest, and Stein, *Introduction to algorithms*. 2022.
- [4] <https://www.geeksforgeeks.org/data-structures/>.
- [5] <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/PGF/TikZ>.
- [6] <https://martin-thoma.com/how-to-visualize-graph-algorithms-with-latex/>.
- [7] <https://testbook.com/maths/binary-search-tree>.
- [8] <https://algorithm-visualizer.org/>.
- [9] <https://visualgo.net/en>.
- [10] <https://algorithm-visualizer.vercel.app/>.
- [11] David Galles, <https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/Algorithms.html>.
- [12] <https://www.latex-project.org/>.