

পাইথনে ডেটা স্ট্রাকচার ও অ্যালগরিদম



জাকির হোসাইন

পাইথনে ডেটা স্ট্রাকচার ও অ্যালগরিদম

জাকির হোসাইন

গ্রন্থস্বত্ব: লেখক

পাইথনে ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদম

ইবুক ভার্সনঃ ১.০ (09/01/2025)

প্রথম প্রকাশঃ ফেব্রুয়ারি ২০২৩

মূল্যঃ ১২০টাকা

© Jakir Hossain

<http://jakir.me>

উৎসর্গ

আবদুল মান্নান স্যারকে

ভূমিকা	10
বইটি পড়ার উপায়	12
অধ্যায় ১ - সংক্ষেপে পাইথন পরিচিতি	13
পাইথন ইন্সটল এবং ব্যবহার	13
কমেন্ট	13
ইন্ডেন্টেশন	14
ভ্যারিয়েবল	14
ডেটা ইনপুট	16
বিভিন্ন অপারেটর	16
if স্টেটমেন্ট	21
while লুপ	21
for লুপ	22
লিস্ট	22
ফাংশন	24
পাইথন স্ট্যান্ডার্ড লাইব্রেরী	25
অধ্যায় ২ - অ্যালগরিদম, কমপ্লেক্সিটি অ্যানালাইসিস ও নোটেশন	27
অ্যালগরিদম কি	27
সুডোকোড	29

কমপ্লেক্সিটি অ্যানালাইসিস	29
ইন্সট্রাকশন কাউন্টিং	30
Best-case analysis	31
Worst-case analysis	31
অ্যাসিম্পটোটিক নোটেশন (Asymptotic Notation)	32
Tight Bound	33
Big O Notation	33
বিভিন্ন ধরনের কমপ্লেক্সিটি	33
অধ্যায় ৩ - ডেটা স্ট্রাকচার পরিচিতি	36
ডেটা স্ট্রাকচার	36
লিনিয়ার ডেটা স্ট্রাকচার	36
নন-লিনিয়ার ডেটা স্ট্রাকচার	38
ডেটা স্ট্রাকচারের অপারেশন গুলো	39
অধ্যায় ৪ - স্ট্যাক	41
স্ট্যাক	41
পাইথনে ইমপ্লিমেন্টেশন	42
অধ্যায় ৫ - কিউ	47
কিউ	47
পাইথনে ইমপ্লিমেন্টেশন	48
অধ্যায় ৬ - লিঙ্কড লিস্ট	53

লিঙ্কড লিস্ট ইমপ্লিমেন্টেশন	55
সিঙ্গলি লিঙ্কড লিস্ট	60
ডাবলি লিঙ্কড লিস্ট	60
সার্কুলার লিঙ্কড লিস্ট	63
অধ্যায় ৭ - গ্রাফ	70
গ্রাফ	70
গ্রাফের প্রকারভেদ	71
গ্রাফ ট্রাভার্সাল	79
অধ্যায় ৮ - ব্রেডথ ফাস্ট সার্চ	80
ব্রেডথ ফাস্ট সার্চ ট্রাভার্সাল	80
ব্রেডথ ফাস্ট সার্চ এর ব্যবহার	83
পাইথনে ব্রেডথ ফাস্ট সার্চ	84
ব্রেডথ ফাস্ট সার্চের কমপ্লেক্সিটি	86
অধ্যায় ৯ - ডেপথ ফাস্ট সার্চ	87
ডেপথ ফাস্ট সার্চ ট্রাভার্সাল	87
ডেপথ ফাস্ট সার্চ এর ব্যবহার	90
পাইথনে DFS ইমপ্লিমেন্টেশন	91
ডেপথ ফাস্ট সার্চের কমপ্লেক্সিটি	92
অধ্যায় ১০ - ট্রি	94

द्वि	94
द्वि डेटा ढ्वाकचार	94
द्वि एर टारमिनलजि	95
बाइनारि द्वि	102
द्वि द्वाभासाल	104
प्रि अर्डार द्वि द्वाभासाल	104
इन अर्डार द्वि द्वाभासाल	106
पोस्ट अर्डार द्वि द्वाभासाल	107
ग्राफ एबं द्वि एर मध्ये पार्थक्य	111
अध्याय ११ - लिनियार सार्च	113
लिनियार सार्चेर टाइम कमप्लेख्रिटी	114
पाइथने लिनियार सार्च	114
अध्याय १२ - बाइनारि सार्च	117
पाइथने बाइनारि सार्च	120
बाइनारि सार्चेर टाइम कमप्लेख्रिटी	122
अध्याय १७ - बाबल सर्च	123
बाबल सर्चेर टाइम कमप्लेख्रिटी	126
पाइथने बाबल सर्च	126
अध्याय १४ - सिलेकशन सर्च	129

পাইথনে সিলেকশন শর্ট	134
সিলেকশন সর্টের টাইম কমপ্লেক্সিটি	135
অধ্যায় ১৫ - রিকারশন	136
রিকার্সিভ ফাংশন	136
অধ্যায় ১৬ - ডিভাইড ও কনকার স্ট্রেটেজি	142
ডিভাইড এবং কনকার স্ট্রেটেজি	142
মার্জ সর্ট	143
কুইক সর্ট	150
অধ্যায় ১৭ - গ্রিডি অ্যালগরিদম	157
কয়েন সমস্যা	157
গ্রিডি এপ্রোচের সুবিধা	159
গ্রিডি এপ্রোচের অসুবিধা	159
অধ্যায় ১৮ - ডাইনামিক প্রোগ্রামিং	162
ডাইনামিক প্রোগ্রামিংয়ের বটম আপ পদ্ধতি	165
রিকার্সন ও ডাইনামিক প্রোগ্রামিং	167
সংযোজন ১ - লিটকোড পরিচিতি	169
লেখক সম্পর্কে	177

ভূমিকা

কম্পিউটারের হচ্ছে এমন একটি মানব সৃষ্ট আবিষ্কার যার কাজ সংগ্রহীত তথ্যকে প্রক্রিয়াকরণ করে তা আউটপুট হিসেবে প্রদর্শন করা। কম্পিউটার একটি যুগান্তকারি আবিষ্কার হলেও এর নেই কোন নিজস্ব জ্ঞান। ফলাফল স্বরূপ কম্পিউটারকে সঠিক ভাবে পরিচালনা করার জন্য অর্থাৎ তথ্যকে আশানুরূপ ভাবে প্রক্রিয়াকরণের জন্য পূর্বনির্ধারিত নির্দেশনার প্রয়োজন হয়। পূর্বনির্ধারিত নির্দেশাবলী অনুসরণ করে সংগ্রহীত তথ্যের উপর গাণিতিক এবং লজিক্যাল অপারেশন সম্পাদনের মাধ্যমে কম্পিউটার যে কোন সমস্যা খুব কম সময়ে এবং নির্ভুল ভাবে সমাধান করতে সক্ষম। কোন একটি সমস্যা সমাধানের জন্য পূর্বনির্ধারিত নির্দেশাবলীকেই কম্পিউটার জগৎ এর ভাষায় অ্যালগরিদম বলে। একটি সমস্যার সমাধান অনেকগুলো হতে পারে। অর্থাৎ যে কোন সমস্যা সমাধানের জন্য ভিন্ন ভিন্ন অ্যালগরিদম তৈরি করা সম্ভব। কিন্তু কোন অ্যালগরিদম খুব কম সময় এবং কম মেমরি স্পেস ব্যবহার করে সমস্যা সমাধান করতে সক্ষম তা নির্ণয় করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ কম্পিউটারে অসীম মেমরি স্পেস থাকেনা। একই সাথে কোন সমাধান সম্পাদনের জন্য কম্পিউটার যদি অতিরিক্ত সময় ব্যয় করে তাহলে তা কখনো উপযুক্ত সমাধান হিসেবে বিবেচনা করা যায় না। অন্যদিকে অ্যালগরিদম অনুসারে যেহেতু তথ্য প্রক্রিয়াকরণ করা হয় সেহেতু তথ্যকে সুশৃঙ্খল ভাবে সাজিয়ে রাখাও খুবি গুরুত্বপূর্ণ। অন্যথায় কম্পিউটার অ্যালগরিদম অনুযায়ী সঠিক সময় সঠিক তথ্য প্রক্রিয়াকরণ করতে ব্যর্থ হবে। তথ্যকে সুশৃঙ্খল ভাবে সাজিয়ে রাখার পদ্ধতিসমূহ ডেটা স্ট্রাকচারে মূল আলোচনা বিষয়।

প্রোগ্রামিংয়ের পাশাপাশি ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদমে স্কিল অর্জন করা অনেকটা অবশ্যক। প্রোগ্রামিং সমস্যার সমাধান শিখায় অন্যদিকে ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদম, সমস্যার উপযুক্ত সমাধান নির্ণয়ের সহায়তা করে। ছোট বা বড় যে কোন সফটওয়্যার কোম্পানির ইন্টারভিউতে ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদমের জ্ঞান, প্রোগ্রামিংয়ের স্কিলের তুলোনায় বেশি প্রাধান্য দিয়ে থাকে। আমাদের দৈনন্দিন জীবনের কথাই চিন্তা করি, আমরা সে সকল ব্যক্তিকেই বেশি প্রাধান্য দিয়ে থাকি যারা কম সময়ে, কম রিসোর্স ব্যবহার করে সেবা প্রদান করতে

সক্ষম। ঠিক তেমনি সফটওয়্যার কোম্পানি গুলো আবশ্যই এমন কাউকে নিয়োগ করতে চাইবে যে কিনা যে কোনো সমস্যার, এমন একটি সমাধান খুঁজে নিতে পারবে যেটির সম্পাদন সময়কাল খুবই কম এবং একই সাথে স্বল্প রিসোর্স ব্যবহার করে। ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদমের স্কিল অর্জনের জন্য কোন নির্দিষ্ট প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজের প্রয়োজন হয়না। যেকোন প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজে ব্যবহার করে ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদম স্কিল ডেভেলপ করা সম্ভব। উক্ত বইটিতে পাইথন ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করে ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদমের যাবতীয় সকল খুঁটিনাটি উদাহরণসহ বর্ণনা করা হয়েছে। তবে যে কেউ চাইলে অন্যান্য প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজে ব্যবহার করে খুব সহজেই উক্ত বই এর উদাহরণ গুলো ব্যবহার করে ডেটা স্ট্রাকচার এবং অ্যালগরিদম সম্পর্কে পর্যাপ্ত জ্ঞান অর্জন করতে পারবে।

মোঃ শরীফ উদ্দিন।

প্রভাষক

কম্পিউটার সায়েন্স অ্যান্ড ইঞ্জিনিয়ারিং



বইটি পড়ার উপায়

প্রোগ্রামিং সম্পর্কিত বই গুলো পড়ার নিয়ম হচ্ছে পড়ার পাশাপাশি প্র্যাকটিস করা। তাই এখানে দেখানো বিভিন্ন বিষয় পড়ার পাশাপাশি প্রয়োগ করার চেষ্টা করলে টপিক্স গুলো দ্রুত বুঝতে পারবেন।

বই থেকে কপি করে যদি এডিটরে পেস্ট করি, তাহলে কোড নাও কাজ করতে পারে। এর কারণ ই-বুকে কোডিংয়ের ক্যারেক্টার গুলো কিছুটা পরিবর্তন হয়ে যায়। যেমন কোলন (":") কোটেশন মার্কে পরিণত হয়। এই জন্য বই থেকে কোড কপি করলে এরর দেখাতে পারে। বইয়ের পাশাপাশি বইতে দেখানো কোড গুলো <https://jakir.me/my-account> থেকে ডাউনলোড করা যাবে। প্রতিটা কোড ব্লকের পূর্বে কमेंট আকারে নির্দিষ্ট ফাইলের নাম দেওয়া আছে। যেমন # linear_search.py। কপি করার দরকার হলে সেখান থেকে করা যাবে।

প্রোগ্রামিং সম্পর্কিত সমস্যা সমাধানের জন্য অনেক গুলো অনলাইন জাজ রয়েছে। এই বইতে প্রতিটি অধ্যায় শেষে লিটকোড থেকে কিছু সমস্যার লিঙ্ক দেওয়া হয়েছে। যেগুলো সমাধান করার চেষ্টা করতে পারেন। লিটকোড থেকে সমস্যা দেওয়ার কারণ হচ্ছে লিটকোড ইউজার ফ্রেন্ডলি। বিগিনার থেকে এক্সপার্ট, সবার জন্য ব্যবহার উপযোগী।

বইটি নিয়মিত আপডেট করা হবে ইনশাহ আল্লাহ। যারা বইটি কিনবেন, তারা <https://jakir.me/my-account> থেকে নতুন ভার্সন ডাউনলোড করে নিতে পারবেন। এটা যেহেতু ই-বুক, তাই একজন থেকে আরেকজনের কাছে পাঠানো খুবি সহজ হবে। কেউ যদি না কিনে বইটি পেয়ে থাকেন, আমি আশা রাখব বইটি দ্বারা উপকৃত হলে বইটির মূল্য পরিশোধ করবেন।

বইটি পড়তে গিয়ে বা কোন প্রজেক্ট করতে গিয়ে সমস্যা পড়লে ফেসবুক গ্রুপ <https://www.facebook.com/groups/jakir.me> তে পোস্ট করা যাবে। অথবা সরাসরি <https://jakir.me/contact> থেকে যোগাযোগ করা যাবে।



অধ্যায় ১ - সংক্ষেপে পাইথন পরিচিতি

“Big things have small beginnings” - T.E.
Lawrence

পাইথন ইন্সটল এবং ব্যবহার

পাইথন প্রোগ্রাম কম্পিউটারে রান করার জন্য পাইথন ইন্সটল করে নিতে হয়। ইন্সটলার পাওয়া যাবে python.org/downloads ঠিকানায়। ইন্সটল করে নেওয়ার পর যে কোন কোড এডিটর অথবা আইডিই ব্যবহার করে পাইথন প্রোগ্রাম লেখা এবং রান করা যাবে। পাইথন প্রোগ্রাম লেখা এবং রান করার জন্য জনপ্রিয় পাইথন আইডিই হচ্ছে PyCharm। পাইচার্ম পাওয়া যাবে jetbrains.com/pycharm/ ঠিকানায়।

এছাড়া পাইথন কম্পিউটারে ইন্সটল না করেও অনলাইনে পাইথন প্রোগ্রাম লেখা এবং রান করা যাবে। অনেক গুলো অপশনই রয়েছে। আমি সাজেস্ট করব গুগলের কোল্যাব। colab.research.google.com ঠিকানায় গিয়ে একটা জুপিটার নোট বুক তৈরি করে পাইথন প্রোগ্রাম লেখা এবং রান করা যাবে। এমনকি <https://www.online-python.com> এ গিয়ে সরাসরি পাইথন কোড লিখে রান করা যাবে।

যাদের স্মার্টফোন রয়েছে, তারা মোবাইলেও পাইথন প্রোগ্রাম রান করতে পারবেন। প্লে স্টোর অথবা অ্যাপ স্টোরে Python IDE সার্চ দিয়ে ইন্সটল করে নিতে পারবেন।

কমেন্ট

কোন কোড কি কারণে লেখা হয়েছে, তা লিখে রাখার জন্য প্রোগ্রামিংয়ে কমেন্ট ব্যবহার করা হয়।

পাইথনে এক লাইনের কমেন্ট লেখার জন্য হ্যাশ (#) ব্যবহার করা হয়। যেমনঃ

```
# printing hello world!  
print("Hello World!")
```

একের অধিক লাইনের কমেন্ট লিখতে চাইলে তিনটা ডাবল কোটেশনের মধ্যে কমেন্ট লিখতে হয়। যেমনঃ

```
"""  
This is our first Python program.  
In this program, we will print Hello World! in the  
console.  
"""  
print("Hello World!")
```

ইন্ডেন্টেশন

ইন্ডেন্টেশন হচ্ছে হোয়াইট স্পেস। পাইথনে কোড লেখার সময় এই ইন্ডেন্টেশন গুলো মেনে কোড লিখতে হয়। কিছু কিছু প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজে ইন্ডেন্টেশন না মানলেও প্রোগ্রাম ঠিক মত কাজ করে। কিন্তু পাইথনে ইন্ডেন্টেশন ঠিক মত না দেওয়া হলে প্রোগ্রামে এরর দিবে। যে আউটপুট পেতে চাচ্ছি, তেমন আউটপুটও পাওয়া যাবে না।

যেমন নিচের কোড গুলো দেখিঃ

```
5  
x = 21  
y = 19  
if x > y:  
    print "x is greater than y"
```

এখানে print “x is grater then y” স্টেটমেন্টের আগে কিছু স্পেস রয়েছে। আমরা যদি এই স্পেস গুলো না দিয়ে প্রোগ্রামটি লিখে রান করি, তাহলে প্রোগ্রামে এরর দিবে। কিন্তু স্পেস গুলো দেওয়ার পর যদি রান করি, তাহলে সুন্দর মত প্রোগ্রামটা রান হবে।

ভ্যারিয়েবল

প্রোগ্রামে কোন ডেটা সংরক্ষণ করে রাখার জন্য ভ্যারিয়েবল ব্যবহার করা হয়। ভ্যারিয়েবলে থাকা ভ্যালু যে কোন সময় পরিবর্তন করা যায়। একটা প্রোগ্রাম লেখার সময় আমাদের অনেক ধরণের ডেটা নিয়ে কাজ করতে হয়। যেমন স্ট্রিং, নাম্বার, বুলিয়ান ইত্যাদি। এগুলো ব্যবহার করার জন্য সাধারণত ভ্যারিয়েবল ব্যবহার করা হয়। যেমনঃ

```
price = 550
g = 9.8
book_name = 'Data Structure and Algorithms in Python'
is_leap_year = False
```

উপরের উদাহরণে

- price হচ্ছে একটা ইন্টিজার ভ্যারিয়েবল। ইন্টিজার বলতে পূর্ণসংখ্যাকে বুঝায়। যে সংখ্যায় দশমিক থাকবে না।
- g হচ্ছে ফ্লোটিং পয়েন্ট ভ্যারিয়েবল (দশমিক যুক্ত সংখ্যা)
- book_name হচ্ছে স্ট্রিং ভ্যারিয়েবল (a sequence of characters)। স্ট্রিং ডাবল কোট অথবা সিঙ্গেল কোটের ভেতর লিখতে হয়।
- is_leap_year হচ্ছে বুলিয়ান ভ্যারিয়েবল। বুলিয়ানের ভ্যালু হয় True অথবা False।

ভ্যারিয়েবলে মাল্টিপল অ্যাসাইনমেন্ট

এক লাইনে একাধিক ভ্যারিয়েবলে একাধিক ভ্যালু অ্যাসাইন করার জন্য মাল্টিফল অ্যাসাইনমেন্ট ব্যবহার করা হয়।

```
g, name, price = 9.8, "Python", 550
```

এখানেঃ

```
g = 9.8
```

```
name = Python
```

এবং price = 550 এসাইন হবে।

ভ্যারিয়েবল কাস্টিংঃ এক টাইপের ডেটা অন্য টাইপে পরিবর্তন করাকে বলে কাস্টিং। যেমনঃ