سه: پشته

ساختمان داده ها و الگوریتم

مدرس: دکتر نجمه منصوری

نگارنده: سجاد هاشمیان

# ۱. پشته چیست؟

پشته (stack) یک داده‌ساختار خطی است که عملیات درج و حذف از یک سوی آن که بالای پشته (top) گفته می‌شود، انجام می‌گردد.

در پشته عمل اضافه کردن وحذف عنصر، فقط از بالای پشته انجام میشود. یعنی عنصری که از همه دیرتر وارد پشته شد، از همه زودتر از پشته حذف میگردد. به همین دلیل گفته میشود که پشته از سیاست خروج به ترتیب عکس ورود (LIFO) پیروی میکند.

## عملیات‌های پشته

درج (push): افزودن یک عنصر به بالای پشته

حذف (pop): حذف بالاترین عنصر پشته و برگرداندن آن

عملیات های اختیاری مثل مشخص کردن اندازه‌ی پشته، k-امین عنصر و …

در واقع به دیگر عملیات های پشته اختیاری گفته می‌شود، زیرا در همه تعاریف لزوما وجود ندارد، همچنین تغییری هم در قدرت حل مسئله به کمک پشته ایجاد نمی‌کنند.

## پیاده سازی

امروزه تقریبا در همه زبان های برنامه نویسی نسخه از پشته به طور پیش‌فرض در دسترس است و نیازی به پیاده سازی آن نیست، برای مثال در زبان برنامه نویسی C++ داریم:

#include <stack>

using namespace std;

int main()

{

stack<int> st; //presentation of stack

st.push(5); // push 5 into stack in O(1)

st.pop(); // pop from stack in O(1)

st.top(); // top of stack given in O(1)

st.size(); // size of stack given in O(1)

st.empty(); // if stack is empty, true otherwise, false given in O(1)

// only available in c++11 or higher

stack<int> ts;

st.swap(ts); // swap two stacks in O(1)

return 0;

}

# ۲. کاربرد ها

پشته‌ها در زمینه‌های بسیاری به کار می‌روند که البته در هر زمینه کارایی مشابهی هم دارند. پشته‌ها برای محاسبه یک عبارت ریاضی به کار می‌روند. علاوه بر این، برای مدیریت حافظهٔ موردنیاز برنامه، نگه‌داری روند فراخوانی تابع‌های مختلف در برنامه، برای پیاده‌سازی الگوریتم ها و ساختمان داده های پیچیده تر نیز از پشته‌ها استفاده می‌شود.

**طراحی کامپیوترها**

در حقیقت **پشته**، یکی از سه بخش تخصیص یافته به یک برنامه در حال اجرا در حافظه (RAM) می‌باشد. پس از اجرای هر برنامه کاربردی آن برنامه برای پردازش توسط پردازشگر، به سه بخش در حافظه تقسیم شده و ذخیره می‌گردد تا در دسترس پردازشگر قرار بگیرد. این سه بخش شامل بخش کد، پشته، بخش داده(داده،بی‌اس‌اس، هیپ) است.

**تبدیل توابع بازگشتی به غیر بازگشتی**

تعدادی از زبان های برنامه نویسی پشته گرا هستند ، به این معنی که آنها بیشتر عملیات اساسی (اضافه کردن دو عدد ، چاپ یک کاراکتر) را به عنوان گرفتن آرگومان های خود از پشته و قرار دادن هر مقدار بازگشتی روی پشته تعریف می کنند. به عنوان مثال، بسیاری از ماشین های مجازی پشته گرا هستند، از جمله Java Virtual Machine .

پشته به طور ضمنی توسط کامپایلر برای پشتیبانی از عبارات CALL و RETURN استفاده می شود. برخی از زبان‌های برنامه‌نویسی از پشته برای ذخیره داده های محلی یک procedure استفاده می کنند. هنگام ورود procedure، فضا برای موارد محلی داده از پشته اختصاص می یابد و با خاتمه روند، از پشته حذف می شود. زبان برنامه نویسی C معمولا از این طریق پیاده سازی می شود.

**تجزیه‌ی عبارت‌ها**

ماشین حساب هایی که از reverse Polish notation استفاده می کنند از یک ساختار پشته برای نگه داشتن مقادیر استفاده می‌کنند. عبارات ریاضی را می توان به صورت پیشوندی، پسوندی یا میان‌وندی نشان داد و تبدیل از یک فرم به فرم دیگر با استفاده از پشته انجام می شود.

بسیاری از کامپایلرها قبل از ترجمه به کد سطح پایین، از پشته ای برای تجزیه نحو عبارات، بلوک های برنامه و غیره استفاده می کنند. اکثر زبانهای برنامه نویسی Context-free languages هستند و این به آنها امکان تجزیه با ماشین های مبتنی بر پشته را می دهد.

**استفاده در پیاده‌سازی دیگر الگوریتم ها**

پشته در پیاده سازی الگوریتم های زیادی کاربرد دارد، برای مثال در الگوریتم جستجو عمق اول و سطح اول در گراف ها، تنها تفاوت در انتخاب ساختمان داده است، همچنین در هندسه محاسباتی در روش هایی نظیر یافتن پوش‌محدب، یافتن اشتراک نیم‌صحفه ها کاربرد دارد.

# ۳. تمارین مروری

**۱.** سعی کنید با استفاده از دو پشته، یک لیست بسازید. مرتبه زمانی ساختمان داده لیست را با مدل محاسباتی خود مقایسه کنید.

**۲.** عملیات های ریاضی پایه(همانند جمع و ضرب) را به وسیله تعدادی پشته پیاده سازی کنید. آیا میتوان هرکدام از این عملیات ها را تنها با یک پشته پیاده سازی کرد؟ مرتبه زمانی را چطور؟ آیا می‌توان آن را نیز بهبود داد؟

**۳.** به شما لیستی از n عدد داده می‌شود، روشی ارائه دهید که آنها را با استفاده از ۲ پشته مرتب کند. (راهنمایی: از تمرین ۱ کمک بگیرید.)

**۴.** با ۷ عدد متفاوت چند تا پشته می‌توان ساخت؟

**۵.** در یک پشته اعداد ۱،۲،…،n به صورت دلخواه قرار دارند. در هر مرحله می‌توانیم تعدادی از اعداد بالای پشته را برداشته و به صورت معکوس در بالای پشته قرار دهیم. به عنوان مثال اگر n=۵ باشد و ترتیب پشته ۱،۵،۴،۳،۲ باشد (۲ بالای پشته است) می‌توانیم با انتخاب سه عدد بالای پشته ترتیب را به صورت ۱،۵،۲،۳،۴ تغییر دهیم. هدف مرتب کردن اعداد به ترتیب یک‌نوا است به طوری که یک بالای پشته باشد.

ثابت کنید با مرحله می‌توان اعداد را به هر ترتیبی که باشند، مرتب کرد.

ثابت کنید ترتیبی وجود دارد که تعداد مراحل لازم برای مرتب کردن آن از کم‌تر نیست.

# ۴. سوالات برنامه نویسی

**۱.** [المپیاد کامپیوتر ایران:دوره ی تابستان:دوره ی ۱۲:عملی:سوال ۱۲](https://opedia.ir/%D8%B3%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%BE%DB%8C%D8%A7%D8%AF/%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%87_%DB%8C_%D8%AA%D8%A7%D8%A8%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D9%86/%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%87_%DB%8C_%DB%B1%DB%B2/%D8%B9%D9%85%D9%84%DB%8C/%D8%B3%D9%88%D8%A7%D9%84_%DB%B1%DB%B2)

**۲.** [HackerEarth, Minimum indexes](https://www.hackerearth.com/practice/data-structures/stacks/basics-of-stacks/practice-problems/algorithm/yassers-conditions-6cc26a09/)

**۳.** [HackerEarth, Finacial Problem in Dholokpur](https://www.hackerearth.com/practice/data-structures/stacks/basics-of-stacks/practice-problems/algorithm/finacial-problem-in-dholokpur-788ae595/)

# ۵. برای مطالعه بیشتر

1. Myers, Eugene W. "An applicative random-access stack." Information processing letters 17.5 (1983): 241-248.
2. Almási, George, Cǎlin Caşcaval, and David A. Padua. "Calculating stack distances efficiently." Proceedings of the 2002 workshop on Memory system performance. 2002.