



استاد : دکتر مرادی،
دکتر هاشمی

عنوان:
لیست‌های پیوندی

نیمسال اول
۱۴۰۱-۱۴۰۲

لیست های پیوندی^۱:

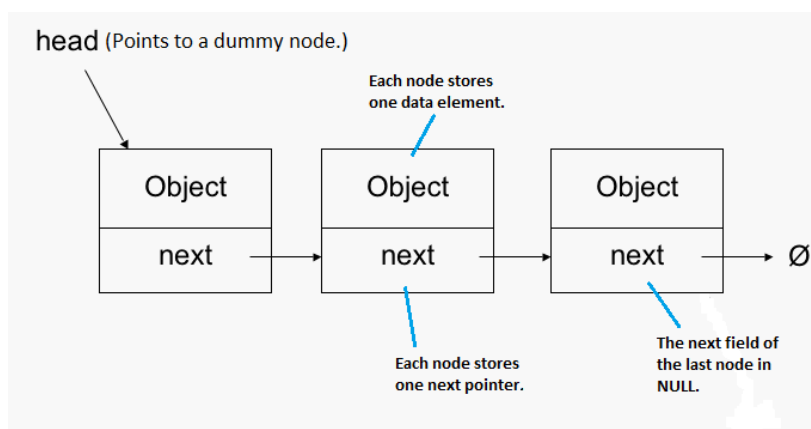
با مفهوم **struct** در آزمایش‌های قبلی آشنا شدید. از ترکیب مفاهیم اشاره گر، تخصیص حافظه پویا و **struct** ها می‌توان لیست های پیوندی را ساخت. لیست‌های پیوندی از تعدادی گره^۲ تشکیل می‌شوند که هر گره دارای آدرس گرهی بعدی است که این مفهوم در برنامه‌نویسی توسط اشاره‌گرها پیاده سازی می‌شود.

لیست‌های پیوندی کاربردهای بسیاری در نوشتن برنامه‌ها دارند. از مزایای این ساختار می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :

- (۱) قابلیت گسترش اندازه‌ی ساختار به صورت پویا
- (۲) قابلیت حذف و اضافه کردن گره‌ها در وسط لیست
- (۳) قابلیت پیاده‌سازی ساختارهایی مانند صف و پشته با لیست پیوندی
- (۴) عدم نیاز به تعریف اندازه‌ی اولیه

البته این ساختار معایبی نیز دارد. به نظر شما این معایب چیست؟

به شکل زیر **دقت کنید** تا با ساختار یک لیست پیوندی آشنا شوید:



معمولاً در پیاده سازی لیست های پیوندی (همانند شکل بالا) برای سادگی یک گره^۳ی **بیپه‌ده**^۴ ایجاد می‌کنند و اشاره گری که به آن اشاره می‌کند را سر^۵ لیست پیوندی گویند. در قسمت **Object** این گره ی **بیپه‌ده** هیچ اطلاعات معتبری وجود ندارد و در واقع

^۱ Linked List

^۲ Node

^۳ node

^۴ dummy

^۵ head

لیست ما از عنصر بعد از این گره (عنصر دوم در شکل بالا) شروع می شود. در انجام دهید بعد به علت استفاده از این گره ی تهی پی خواهید برد.

۱. انجام دهید

می خواهیم از ساختاری که برای معرفی یک دانشجوی مبانی تعریف کرده ایم، برای ساخت یک لیست پیوندی استفاده کنیم. این ساختمان داده را در قطعه کد زیر مشاهده می کنید:

```
typedef struct icsp_student icsp_std;
```

```
struct icsp_student {  
    char* first_name;  
    char* last_name;  
    char* student_number;  
    float mid_term_exam_score;  
    float final_exam_score;  
    float homework_score;  
};
```

چیزی که در این سوال بر عهده شما گذاشته شده عبارتست از:

- تغییر دادن این ساختمان داده به شکلی که بتوان عنصر یک لیست پیوندی را ایجاد کرد. ضمن اینکه تنها قابلیت دسترسی به عنصر بعدی را اضافه کنید. نیازی به داشتن دسترسی به عنصر قبلی نیست.

قسمت ۱: نتیجه را به دستیاران آموزشی نشان دهید.

۲. انجام دهید

برای کار با لیست های پیوندی عملیات های مورد نظر را به صورت توابع پیاده سازی می کنیم. همانطور که مطرح شد برای ساخت یک لیست پیوندی ابتدا باید اولین گره ی آن را به صورت یک گره ی بیهوده تعریف نمود. به همین منظور :

- ۱) تابعی تعریف کنید که ورودی نداشته و مقدار بازگشتی آن از نوع دانشجو (`icsp_student`) تعریف شده باشد.
- ۲) در این تابع یک دانشجو (`icsp_student`) به صورت پویا ایجاد کنید که اطلاعات داخل آن مقدار خاصی نداشته باشند. (برای مثال برای نمره می توان از مقدار ۱- استفاده نمود.
- ۳) مقدار اشاره گر دانشجو (`icsp_student`) "بعدی" را برابر NULL قرار دهید.
- ۴) اشاره گر دانشجو ی ایجاد شده را برگردانید.

نکته: برای تعیین انتهای لیست پیوندی مقدار اشاره گر دانشجوی (icsp_student) بعدی را برابر NULL قرار می‌دهیم. پس اگر در پیمایش لیست پیوندی بخواهیم رسیدن به انتهای لیست را بررسی کنیم، NULL بودن اشاره گر بعدی را بررسی می‌کنیم. به همین منظور:

- (۱) تابعی بنویسید که اشاره‌گری از نوع دانشجو (icsp_student) دریافت کند و مقدار بازگشتی آن int باشد.
- (۲) در صورتی که دانشجو ورودی آخرین دانشجوی در لیست بود مقدار ۱ و در غیر اینصورت مقدار ۰ برگردانده شود.

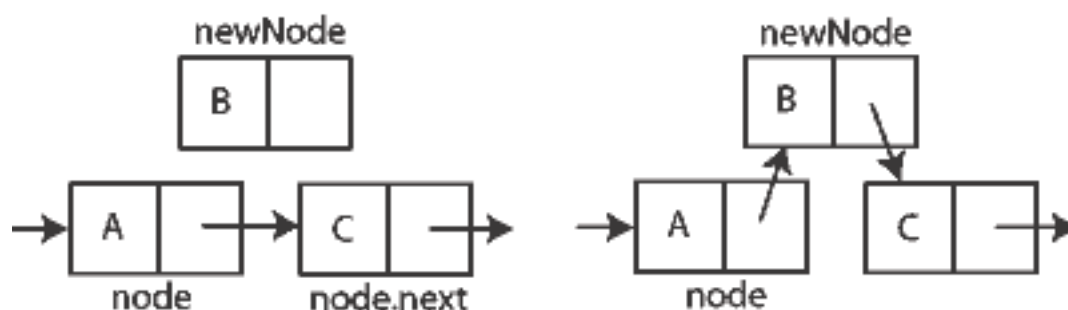
قسمت ۲: توابع ایجاد شده را به دستیاران آموزشی نشان دهید.

۳. انجام دهید

اکنون می‌خواهیم یک لیست ایجاد کرده و به ترتیب، دانشجویایی را به ابتدای آن اضافه کنیم. برای این کار، ابتدا باید تابعی تعریف کنیم که به وسیله‌ی آن بتوانیم به لیست‌مان گره (در اینجا دانشجو) اضافه کنیم. به قطعه کد زیر که به همین منظور نوشته شده توجه کنید. چه ایرادی در آن مشاهده می‌کنید؟ آن را برای دستیاران آموزشی توضیح دهید.

```
int set_new_std_next_of_head(icsp_std* head_of_list, icsp_std*
new_std) {
    if (new_std == NULL || head_of_list == NULL)
        return 0;
    head_of_list->next = new_std;
    new_std->next = head_of_list->next;
    return 1;
}
```

حال می‌خواهیم تابع دیگری تعریف کنیم تا گره‌ای را در میان لیست اضافه کند. فرآیند انجام این کار را در عکس زیر مشاهده می‌کنید.



با کمک گرفتن از شکل بالا، قطعه کد زیر را تکمیل کنید.

i int به معنی این است که گره جدید به عنوان چندمین گره اضافه شود. دقت کنید که این تابع در صورت موفقیت عدد ۱ و در صورت عدم موفقیت عدد ۰ برمیگرداند.

```

int add_to_i(icsp_std* head_of_list, icsp_std* new_std, int i) {
    if (head_of_list == NULL)
        return ZERO;
    icsp_std* current_std = head_of_list->next;
    if (current_std == NULL && i == ZERO) {
        // Write down your code right here. If you address more
        // than a single line of code, it would appear that you looked but didn't
        // observe ;)

        return ONE;
    } else if (current_std == NULL && i != ZERO) {
        return ZERO;
    }
    int counter = ZERO;
    while (true) {
        if (counter == i) {
            // Write down your code right here
            return ONE;
        }
        counter++;
        if (current_std->next == NULL && counter == i) {
            // Write down your code right here
            return ONE;
        }
        if (current_std->next == NULL && counter < i) {
            return ZERO;
        }
        current_std = current_std->next;
    }
}

```

قسمت ۳: نتیجه را به دستیاران آموزشی نشان دهید.

۴. انجام دهید



حال می‌خواهیم از توابع ایجاد شده استفاده کنیم. آموزش دانشکده لیستی از دانشجویان را در قالب یک فایل (input.txt) تحویل داده است تا وارد کامپیوتر شود. می‌خواهیم لیست مورد نظر را با استفاده از لیست پیوندی پیاده‌سازی کنیم. برای انجام این کار موارد زیر را پیاده‌سازی کنید:

(۱) ابتدا با استفاده از توابع تعریف شده در قسمت های قبل یک لیست جدید بسازید.

۲) فایل مورد نظر را باز کنید. توجه داشته باشید که می‌توانید برای استفاده از فایل، مسیر کامل را به برنامه‌تان بدهید تا راحت‌تر کار کنید.

۳) با استفاده از توابعی که تعریف کردید دانشجویان لیست را به ترتیب از فایل خوانده و به ابتدای لیست اضافه کنید. لازم به ذکر است که برخی از توابع مورد نیاز شما در فایل **part_four.c** در اختیارتان قرار گرفته است.

قسمت ۴: نتیجه را به دستیاران آموزشی نشان دهید.

۵. انجام دهید

با توجه به این که روزانه درخواست‌های متعددی به آموزش دانشکده می‌شود، آموزش می‌خواهد تا با داشتن شماره‌ی دانشجویی دانشجویان بقیه‌ی اطلاعات آن‌ها را پیدا کند. به همین منظور می‌خواهیم تابعی بنویسیم تا با دریافت شماره‌ی دانشجویی اطلاعات دانشجوی مورد نظر را چاپ کند. برای انجام این کار :

۱) تابعی بنویسید که اشاره‌گر از نوع دانشجو به عنوان سر لیست و یک شماره‌ی دانشجویی دریافت می‌کند و خروجی آن از نوع اشاره‌گر به دانشجو است.

۲) در این تابع لیست پیوندی را پیمایش کنید و در صورتی که شماره‌ی دانشجویی گره‌ی فعلی با ورودی برابر بود همان گره را به عنوان خروجی برگرداند.

۳) در صورتی که دانشجوی مورد نظر در لیست وجود نداشت با چاپ پیام مناسب مقدار **NULL** را برگرداند.

۴) تابع مورد نظر را در تابع **main** آزمایش کنید.

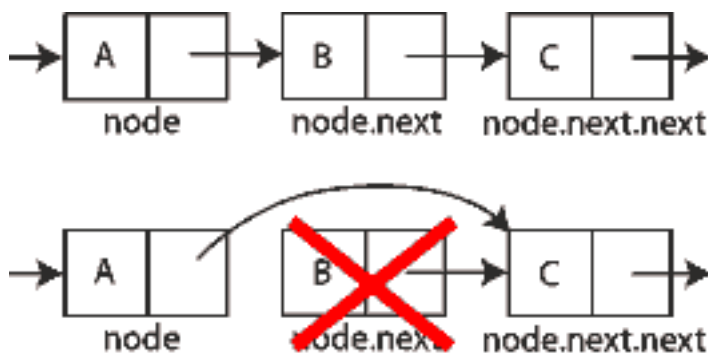
قسمت ۵: نتیجه را به دستیاران آموزشی نشان دهید.

۶. انجام دهید

با توجه به این موضوع که تعدادی از دانشجویان درس را حذف کرده‌اند، می‌خواهیم تعدادی از گره‌های لیست پیوندی ساخته شده را حذف کنیم. عملیات حذف کردن از بین گره‌های لیست دقیقاً معکوس عمل اضافه کردن گره در میانه‌ی لیست است.

۱) تابعی بنویسید که اشاره‌گر از نوع دانشجو به عنوان سر لیست و یک شماره‌ی دانشجویی دریافت می‌کند و خروجی آن از نوع **int** است.

۲) در این تابع لیست پیوندی را پیمایش کنید و در صورتی که شماره‌ی دانشجویی گره‌ی فعلی با ورودی برابر بود ابتدا آدرس دانشجوی بعدی گره‌ی قبلی را برابر با آدرس دانشجوی بعدی گره‌ی فعلی قرار دهید. سپس اشاره‌گر دانشجوی فعلی را آزاد کنید.



۳) در صورت موفقیت عدد ۱ و در غیر اینصورت عدد ۰ را برگردانید.

۴) تابع مورد نظر را در تابع main آزمایش کنید.

قسمت ۶: نتیجه را به دستیاران آموزشی نشان دهید.

۷. انجام دهید (امتیازی)

هر یک از توابع زیر را پیاده‌سازی کنید.

```
int print_reverse(icsp_std *head);
```

اطلاعات دانشجویان لیست را از آخر به اول چاپ کند و در صورت موفقیت عدد ۱ و در غیر این صورت (برای مثال خالی بودن لیست) عدد ۰ را برگرداند. تابع فوق باید به صورت بازگشتی پیاده‌سازی شود.

```
int sort_by_id(icsp_std *head);
```

عناصر لیست را بر اساس شماره‌ی دانشجویی مرتب کنید. مقادیر بازگشتی مانند قسمت‌های قبل است.

```
int sort_by_name(icsp_std *head);
```

عناصر لیست را بر اساس نام خانوادگی مرتب کنید. مقادیر بازگشتی مانند قسمت‌های قبل است.

```
int delete_all(icsp_std *head);
```

تمامی عناصر لیست را حذف کنید. مقادیر بازگشتی مانند قسمت‌های قبل است. تابع فوق باید به صورت بازگشتی پیاده‌سازی شود.

```
int list_length(icsp_std *head);
```

طول لیست مورد نظر را برگرداند. (تعداد عناصر داخل لیست)