

پیش‌عامل برای برنامه‌های محدود SAP IV

دکتر محسن بهرامی

استادیار دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس منصور توفیقی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده:

برای هر بار استفاده از برنامه سپ، یکبار باید داده‌ها توسط استفاده‌کننده تهیه و مرتب شده و وارد برنامه بشود. به دلیل جامع بودن این برنامه، تهیه و وارد کردن اطلاعات وقت زیادی از استفاده‌کننده را می‌گیرد. یک برنامه "پیش‌عامل" مناسب می‌تواند داده لازم را برای اجرای یک یا چند بار برنامه سپ تهیه و مرتب کرده و وارد برنامه نماید و از این صرفه‌وقت به حد قابل توجهی جلوگیری کند و امکانات وسیعی را در اختیار استفاده‌کننده قرار بدهد. همچنین با یک برنامه "پس‌عامل" می‌توان از خروجی‌های سپ به نحو مطلوب استفاده کرد. در این مقاله نحوه نوشتن "پیش‌عامل" برای برنامه سپ گفته می‌شود و یک برنامه "پیش‌عامل" برای تحلیل ربات‌های الاستیک 2R معرفی می‌شود.

A Preprocessor For SAP IV Finite Element Package For Structural Analysis of Elastic Robot Arm

M. Bahrani, Ph.D.

&

M. Tofighi, M. Sc.

Mech. Eng. Dept. Amirkabir Univ. of Tech.

ABSTRACT

Using SAP IV as general purpose finite element package for structural analysis of 2R and 3R manipulators with different end effector positions and applied load orientations, need an extensive amount of effort for input preparations. Kinematics and loading conditions of said manipulators which give rise to this problem are explained. A preprocessing approach is introduced, for conversion of manipulator kinematic, physical and loading informations to standard SAP IV inputs. The procedure cut the input preparation time to a fraction of what would otherwise be required.

لغت نامه

Run	اجراء	Preprocessor	پیش‌عامل
File	پرونده	Postprocessor	پس‌عامل
Package	برنامه پیش‌ساخته	SAP 4	سپ
Configuration	پیگیربندی	Input	ورودی
Data	داده	Output	خروجی

۱- مقدمه

محدودیت‌های زیر وجود دارد:
الف: چنانچه در زمانهای متفاوتی بخواهیم یک نوع مساله (مثلاً مخازن استوانه‌ای) را در شرایط جدید از نظر ابعاد هندسی و یا بارگذاری حل بکنیم. هر بار باید از صفر شروع کرد یعنی مساله را مدل کرده و داده‌ها را آماده سازیم و امکان حفظ چهارچوب مدل یکنوع مساله برای استفاده بعدی از آن وجود ندارد.
ب: امکان حل یک مساله در چندین حالت هندسی که در تمامی حالت‌ها نوع و تعداد المانها و ارتباط آنها به یکدیگر و همچنین تعداد گره‌ها و درجات آزادی آنها ثابت باشد ولی ابعاد المانها و یا موقعیت هندسی گره‌ها متفاوت باشد با یکبار اجرای برنامه وجود ندارد و در واقع هر حالت مساله جداگانه‌ای محسوب می‌شود

پیشرفت علم المانهای محدود و همچنین تکنولوژی کامپیوترها موجب متداول شدن "برنامه‌های پیش‌ساخته" شده است که استفاده کردن از این برنامه‌ها به معنی دادن داده به برنامه‌ای است که قبلاً نوشته شده است. یکی از برنامه‌های پیش‌ساخته که برای حل استاتیکی و دینامیکی سازه‌های معین و نامعین به کار می‌رود برنامه سپ است که در سال ۱۹۷۳ در دانشگاه برکلی به زبان فورتون نوشته شده است (۱) و به طور قابل توجهی حل مسائل پیچیده و طولانی را عملی نموده است. جامعیت این برنامه باعث شده است که داده‌های ورودی به تفصیل توسط استفاده‌کننده آماده شود و اطلاعات خروجی نیز از حجم زیادی برخوردار باشد. این امر در موارد مختلفی به عنوان یک عامل صرفه‌وقت جلوه می‌کند. به طور کلی برای استفاده مکرر و ساده از برنامه سپ

ج : امکان حل یک مساله معین تحت بارگذاریهای متفاوت با یکبار اجرای برنامه وجود ندارد و هر بارگذاری حالت جدیدی محسوب می‌گردد. تنها امکانی که برنامه سب در این موارد در اختیار می‌گذارد، گرفتن جواب برای یک مساله مشخص تحت بارهای متمرکز استاتیکی متفاوت با یکبار اجرای سب است ولی برای بارهای متمرکز دینامیکی و یا بارهای گسترده، حرارتی، فشار و غیره) چنین امکانی وجود ندارد.

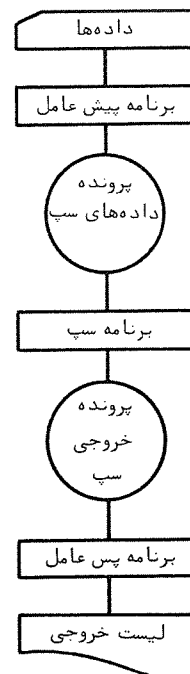
د : در مواردی که مدل از دقت بالایی، برخوردار است و دارای تعداد بی‌شماری گره و یا المان است، تعداد سطر داده‌ها بسیار زیاد خواهد بود و با این‌که برنامه سب برای مواردی که گره‌ها و یا المان‌ها از نظم خاصی برخوردار باشند، امکان ایجاد کردن گره

و یا المان را در اختیار استفاده کننده می‌گذارد ولی هنوز تعداد سطر داده‌ها بی‌شمار خواهد بود.

با نوشتن یک برنامه فرعی به نام "پیش‌عامل" برای مساله مورد نظر و برای هدف مورد نظر، می‌توان تمامی محدودیت‌های فوق را برطرف ساخت. بدین‌نحو که این برنامه اطلاعات خاص را از استفاده کننده می‌گیرد و سپس داده مورد استفاده سب را آماده می‌کند. همچنین با یک برنامه "پس‌عامل"، می‌توان اطلاعات خروجی را به‌نحو مطلوب دسته‌بندی نمود و یا پس از انجام عملیاتی بر روی آنها، در اختیار استفاده کننده قرار داد.

۲- شمای عملیاتی سیستم

معمولا" داده مورد نیاز برای اجرای برنامه سب مستقیما" توسط استفاده کننده تهیه و مرتب می‌شود و لیکن می‌توان وظیفه تهیه و



شکل ۱- مراحل اجرای سب به همراه "پیش‌عامل" و "پس‌عامل"

مرتب کردن داده‌های لازم را به برنامه فرعی دیگری به نام "پیش‌عامل" محول نمود.

برنامه "پیش‌عامل" وظیفه دارد که داده مورد نیاز برای اجراء یک یا چندبار برنامه سب را تولید کند. خروجی این برنامه در محیط مناسبی مثل دیسک یا نوارمغناطیسی، تحت یک پرونده، نوشته و سپس این پرونده به عنوان پرونده ورودی به برنامه سب داده می‌شود و سب برنامه یا برنامه‌ها را حل می‌کند (۲).

به طریق مشابه معمولا" فقط از تعداد محدودی از اطلاعات خروجی، سب برای محاسبات بعدی استفاده می‌شود. می‌توان انتخاب بخشی از اطلاعات خروجی و یا محاسبات بعدی را به برنامه فرعی دیگری به نام "پس‌عامل" محول نمود یعنی خروجی سب را در محیط مناسبی نوشت و سپس آن را به عنوان پرونده ورودی برنامه "پس‌عامل" قرار داد تا پس از انجام عملیات مورد نظر بر روی آنها به صورت خروجی نهایی در اختیار استفاده کننده قرار بگیرد. شکل (۱) شمای عملیاتی اجرای سب به همراه "پیش‌عامل" و "پس‌عامل" را نشان می‌دهد.

۳- نحوه عملکرد برنامه پیش‌عامل

برای هر منظور و هر مساله مشخصی برنامه "پیش‌عامل" (یا پس‌عامل) خاص آن مورد را باید نوشت.

این برنامه تعداد لازم اطلاعات خاص آن مساله را به عنوان ورودی از استفاده کننده می‌گیرد و سپس بر مبنای آن اطلاعات، یک یا چند سری داده مورد نیاز برای دفعات مورد نظر اجراء سب را مطابق با فرمت ورودی سب تولید می‌کند و با اختصاص دادن ۸۵ ستون برای یک سطر داده و حذف دو کارت سفید از آخر هر سری داده، آنها را پشت سرهم می‌نویسد. سپس برنامه سب را صدا می‌کند و برنامه سب به ترتیب تمامی مسائل را حل می‌کند. خروجی به صورت خروجی استاندارد سب برای برنامه‌های مورد نظر است که پشت سرهم به دستگاه خروجی مناسب مثل دستگاه چاپ منتقل شود.

چنانچه از برنامه "پس‌عامل" به طور توأم با "پیش‌عامل" استفاده شود (شکل ۱) خروجی سب تحت پرونده‌ای در محیط مناسبی نوشته می‌شود، سپس آن پرونده که همان خروجی استاندارد سب برای یک یا چند برنامه است که به طور متوالی نوشته شده‌اند، به عنوان ورودی برنامه "پس‌عامل" در نظر گرفته می‌شود. پس‌عامل مطابق با فرمت خروجی سب آنها را به عنوان داده می‌خواند سپس عملیات مورد نظر را بر روی آنها انجام می‌دهد و نتایج نهایی را به دستگاه مناسب اعم از چاپگر، راسم و غیره می‌فرستد.

۴- نمونه کاربرد پیش‌عامل :

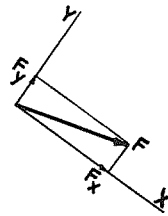
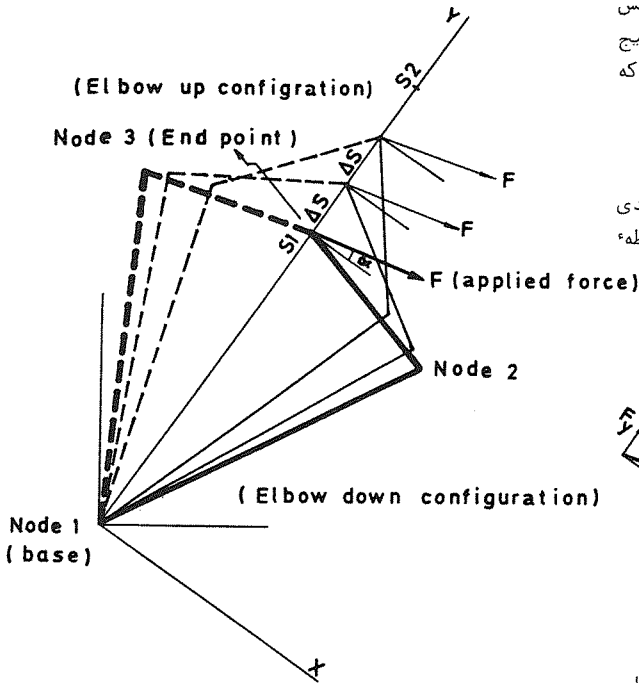
به منظور نشان دادن کاربرد پیش‌عامل، ذیلاً "پیش‌عاملی برای مقایسه رفتار الاستیکی دو پیکربندی ربات 2R آماده است. طرح مساله ربات‌های 2R

در نظر گرفتن ربات‌ها به عنوان یک مکانیزم الاستیک، تحلیل سازه‌ای ربات‌ها را ایجاب می‌کند. نشان داده شده است که ربات‌ها توسط چند پیکربندی به یک نقطه از فضای کاری خود برسند و پیکربندی‌های مختلف مشخصه استاتیکی و دینامیکی متفاوتی دارند (۳). برای مقایسه جامع رفتار الاستیکی دو پیکربندی مختلف ربات 2R تحت نیروهای متشابهی لازم است که برای تمامی نقاط

داخل فضای کاری آن دو پیکربندی منتهی به آن به دست آیند و سپس هر زوج پیکربندی تحت نیروهای صفحه‌ای XY قرار بگیرند و نتایج مقایسه شوند (۴). برای این منظور پیش عاملی نوشته شده است که توضیح داده می‌شود.

پیش عامل :

این پیش عامل به منظور مقایسه رفتار الاستیکی دو پیکربندی مختلف ربات 2R تحت نیروهای متشابه استاتیکی موثر به نقطه انتهایی نوشته شده است (۴).



شکل- ۲ موقعیت‌های هندسی ربات

مشخص کردن ۱۳ مقدار (۸ تا مربوط به مشخصات ربات ۳ تا مربوط به حالات مورد نظر برای جواب و ۲ تا مربوط به نیروی خارجی) به همان نتیجه خواهیم رسید. مضافاً این پیش عامل برای استفاده بعدی برای تمامی ربات‌های 2R و تمامی مقادیر نیرو برای این منظور قابل استفاده است. در صورت استفاده از سیستم‌های Interactive سرعت و سهولت استفاده از پیش عامل چشمگیرتر بوده و تمامی اطلاعات در جواب تعداد کمی سؤال وارد برنامه می‌شود. از نظر برنامه سب مدل مساله شامل دو "المان تیر" و ۴ گره و یک بار متمرکز است که به گره ۳ اعمال می‌شود. ذیلاً الگوریتم این پیش عامل به همراه کارتهای کنترل لازمه برای اجراء آن توسط کامپیوتر IBM-158 دانشگاه صنعتی امیرکبیر مشاهده می‌شود.

```
//OPTION LINK
ACTION NOMAP
// EXEC FFORTRAN
```

۱- خواندن مشخصات ربات (طول، سطح مقطع و ممان اینرسی دو بازو) E و γ
 ۲- خواندن نیروی خارجی: (مقدار و جهت)
 ۳- خواندن جوابهای مورد نیاز: (حوزه - تغییرات دست ربات و میزان افزایش آن)

(الف)

پیش عامل ابتدا مشخصات فیزیکی ربات یعنی طول، سطح مقطع و ممان اینرسی دو بازو و مشخصات الاستیکی ماده یعنی E و γ و مقدار نیروی خارجی و زاویه اعمال آن (F و α) و همچنین حالات مورد نظر برای حل مساله یعنی حوزه تغییرات فاصله نقطه انتهایی از پایه (S_1, S_2) و میزان افزایش آن برای داشتن جواب (ΔS) را به عنوان داده می‌خواند. با داشتن اطلاعات فوق، ربات در دستگاه مختصات XY به نحوی قرار داده می‌شود که مفصل اول منطبق بر مبدأ مختصات و نقطه انتهایی به فاصله S_1 از پایه بر روی محور γ قرار بگیرد سپس محل نقطه انتهایی را از نقطه S_1 تا S_2 با میزان افزایش تغییر می‌دهد و برای هر نقطه انتهایی، دو پیکربندی منتهی به آن نقطه را محاسبه می‌کند. سپس برای تمام حالات هندسی به دست آمده، نیروی F را تحت زاویه α (نسبت به محور x) به نقطه انتهایی اعمال می‌کند (شکل ۲). سپس برای تمام حالات هندسی به دست آمده مساله را بر اساس مدل "المان تیر" توسط سب حل می‌کند. خروجی به صورت خروجی استاندارد سب برای حالات مختلف است که پشت سرهم به دستگاه چاپ منتقل می‌شود.

برای نشان دادن عملکرد این پیش عامل، چنانچه طول دو بازو به ترتیب ۶۰ و ۳۰ سانتیمتر باشد و نقطه انتهایی مطابق شکل (۲) بر روی محور γ از فاصله ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر تغییر کند و برای هر ۲ سانتی‌متر به ۲ سانتی‌متر، تغییر محل نقطه انتهایی روی محور γ حل مساله مورد نظر باشد، جمعا ۱۵ نقطه انتهایی و ۳۰ حالت هندسی برای دو پیکربندی خواهیم داشت. یعنی باید برای ۱۵ نقطه انتهایی حل معکوس ربات انجام پذیرد تا موقعیت هندسی حالات مختلف به دست آیند و سپس برای ۳۰ بار اجرای سب داده‌ها آماده شود، یعنی صرفنظر از محاسبات جنبی برای تعیین موقعیت هندسی ۳۰ حالت مختلف ربات، لازم است که ۳۰ بار به طور مجزا برنامه سب اجراء شود. در حالی که با یک بار اجرای این پیش عامل و

۵- بحث

تهیه پیش‌عملی یا "پس‌عملی" و استفاده از آن، مزیت‌های زیر را می‌تواند ایجاد کند:

الف: مقدار وقت صرف شده در تهیه داده‌های ورودی به حداقل می‌رسد

ب: آموزش پیش‌عملی عامل به‌استفاده‌کننده و یا طراح بسیار ساده‌تر از آموزش سپ می‌شود و افراد با تخصص پایین‌تر می‌توانند داده‌های طراحی را به‌گامیوتر بدهند.

ج: مختصات گره‌ها و درجات آزادی آنها و همچنین مشخصات المان‌ها توسط برنامه پیش‌عملی تولید می‌شود و احتیاج به محاسبات جنبی نخواهد بود و امکان اشتباه در ایجاد مدل یا مدل‌ها از بین می‌رود.

د: در مواردی که طراحی مساله معینی به‌دفعات تحت شرایط جدید صورت بگیرد، با یکبار نوشتن "پیش‌عملی" مناسب همیشه می‌توان از آن استفاده کرد.

ه: در صورت استفاده از "پس‌عملی" می‌توان از خروجی برنامه سپ به‌منحو مطلوب استفاده کرد و پس از انجام عملیات موردنظر نتایج نهائی در اختیار استفاده‌کننده قرار بگیرد. مثلاً با "پس‌عملی" مناسب می‌توان منحنی تغییرات تنش را به‌عنوان خروجی نهائی و یا با استفاده از معیارهای تسلیم، نقاط بحرانی را به‌دست آورد.

یا روش‌های مشابه می‌توان برای تمامی برنامه‌های "پیش‌ساخته" برنامه "پیش‌عملی" و یا "پس‌عملی" نوشت.

۶. مآخذ

- 1- Manual of SAP 4, Wilson, University of Berkly, 1973.
- 2- An Introduction to Database Systems, C.J. DATE, 1981.
- 3- Bahrami, M., Deravi, P. Rastegar, J., 7th World Cong on TMM, Savilla, Spain, (1987).

۴. توفیقی، منصور (و) افلاطونی، فرهاد.
 پی‌گیری مختلف ربات‌ها، سیستماتیک، استاتیک سازه، دینامیک سازه.
 تهران. دانشگاه صنعتی امیرکبیر - پایان‌نامه کارشناسی ارشد
 بهمن ماه ۱۳۶۵.

