

Att analysera data från SALSA med SALSaJ

Eskil Varenius

Uppdaterad: 2015-11-30 19:26

Sammanfattning

Detta dokument beskriver hur man analyserar FITS-filer som skapas med radioteleskopet SALSA Onsala genom att använda mjukvaran SALSaJ. Vi beskriver steg för steg hur du öppnar FITS-filer, förbättrar spektrum genom att ta bort artefakter från mottagaren (baslinjesubtraktion), och anpassar Gaussiska intensitetsfördelningar för att mäta hastigheter och intensiteter för observerade komponenter (toppar).

Innehåll

1	Introduktion	1
2	Analys av SALSA data med SalsaJ	2
2.1	Starta SalsaJ	2
2.2	Öppna ett spektrum	2
2.3	Hastighet istället för kanal	2
3	Avancerad analys	4
3.1	Baslinjesubtraktion	4
3.2	Mätning av hastigheter: att anpassa Gaussiska profiler	4

1 Introduktion

Radioteleskopet SALSA Onsala är en 2.3 m i diameter stor antenn som finns på Onsala Rymdobservatorium utanför Göteborg. Teleskopet är framtaget för att detektera den svaga strålning som kommer från vätgas i vår galax Vintergatan. Vätgasen skickar ut strålning med våglängd på 21 cm (eller en frekvens på 1420.4 MHz). Denna signal kan detekteras med hjälp av mikrovågmottagaren som är ansluten till radioteleskopet. Efter att du gjort observationer med SALSA så kanske du vill analysera dina data vidare för att få bättre mätvärden än de du får direkt i kontrollprogrammet. Via hemsidan så kan du ladda ner dina data i FITS-format. Det finns två vanliga sätt att öppna dessa FITS-filer från SALSA:

- **SalsaJ** utvecklades inom projektet EU-HOU. SalsaJ kan användas för att analysera spektral data från SALSA-teleskopet, men kan också användas för att titta på annan data, t.ex. astronomiska bilder. Den stora fördelen med SalsaJ är att det är enkelt att använda och inte kräver några kunskaper om programmering. En nackdel kan vara att det är tidskrävande att analysera många spektra.

- **SalsaSpectrum** är ett annat sätt att analysera SALSA-data. Det är ett analyspaket utvecklat i den populära matematiska programvaran MATLAB. Paketet är skrivet av Daniel Dahlin och skräddarsytt för SALSA-data. Den stora fördelen med SalsaSpectrum är att många spektra kan analyseras snabbt. En nackdel kan vara att SalsaSpectrum kräver att användaren har en installation av Matlab, vilket inte är gratis. Observera att observatoriet inte kan tillhandahålla Matlab, men många universitet har gratis tillgång till Matlab för sina studenter.

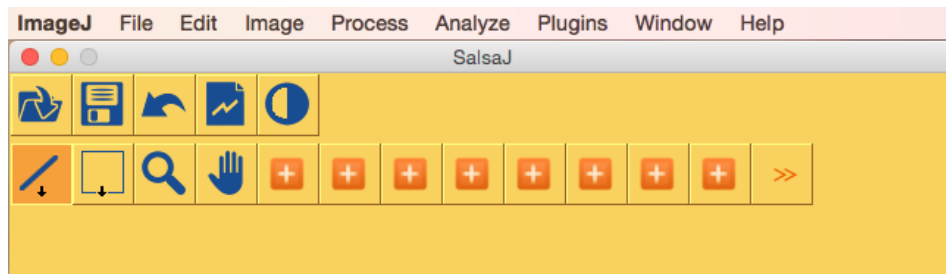
Både SalsaJ och SalsaSpectrum kan laddas ner från hemsidan <http://vale.oso.chalmers.se/salsa>.

2 Analys av SALSA data med SalsaJ

I detta avsnitt så beskriver vi steg för steg hur du kan analysera de FITS filer som skapas av SALSA-teleskopen med hjälp av programmet SalsaJ. Vi öppnar FITS-filen, ändrar till att visa hastighet, och inspekterar datan genom att använda muspekaren. Vidare analys, som att ta bort atrefakter från mottagaren (baslinjesubtraktion), och att anpassa Gaussiska profiler till topparna, beskrivs i avsnitt. 3. **VIKTIGT:** SalsaJ kan bara användas för att läsa spektra som skapats med SALSA efter 2015-06-23.

2.1 Starta SalsaJ

När du laddat hem filen SalsaJ2.jar från hemsidan, öppna den genom att dubbelklicka. Om detta inte fungerar, prova att högerklicka på filen och välj *Öppna med* och välj *Java*. När programmet öppnas så bör du se ett fönster som ser ut ungefär som Fig. 1.



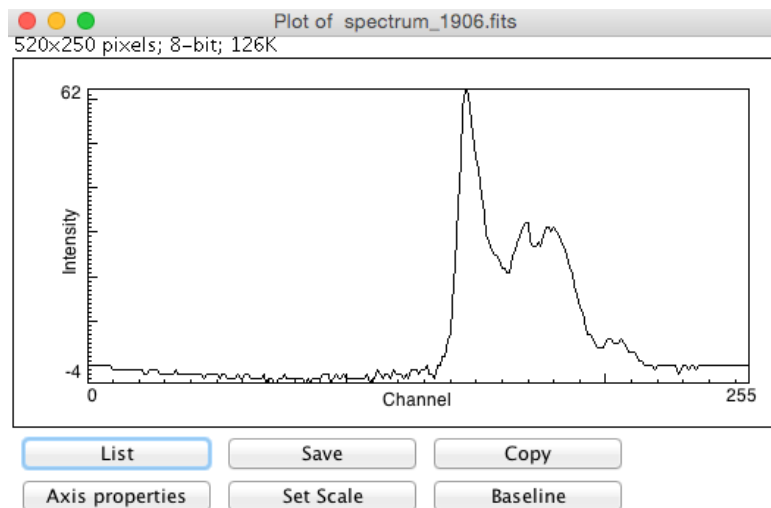
Figur 1: Startfönstret för programmet SalsaJ.

2.2 Öppna ett spektrum

För att öppna ett spektrum, d.v.s. en FITS-fil, klicka på menyn *File* och sedan på *Radio spectrum*. Leta upp filen som du vill öppna och klicka på OK. Du bör nu se ett spektrum på skärmen, på samma sätt som i Fig. 2. Obs: Om du använder Mac OS X och inte ser valet *Radio spectrum* i menyn *File*, var säker på att du visar menyn för SalsaJ. Du kan ta fram menyn för SalsaJ genom att klicka på SalsaJ-fönstret.

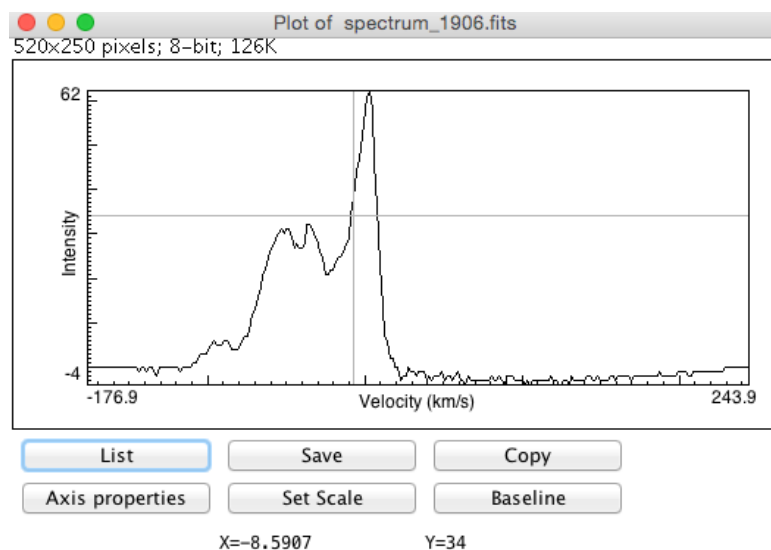
2.3 Hastighet istället för kanal

Som standard visar SalsaJ ditt spektrum som intensitet vs kanalnummer. I vårt fall är det mycket mer användbart att byta enhet på den horisontella axeln till hastighet. Detta kan göras genom



Figur 2: Ett spektrum har öppnats och visas som standard med kanalnummer på den horisontella axeln. Vi vill ändra detta till hastighet.

att klicka på knappen *Set scale*, och sedan välja *Velocity*, och därefter klicka OK. Nu bör den horisontella axeln visas i km/s, som i Fig. 3. Observera att du kan inspektera de uppmätta värdena genom att flytta pekaren över grafen: intensitet och hastighet visas i nedre delen av fönstret. Om du bara är intresserad av ungefärliga värden av hastigheterna, så kan du skriva ner värdena du hittar genom inspektion på detta sätt, och sedan vara färdig med detta spektrum. Men, om du vill få ut bästa möjliga resultat så kan det vara värt att prova baslinjesubtraktion och Gaussis anpassning som beskrivs i avsnitt 3 nedan.



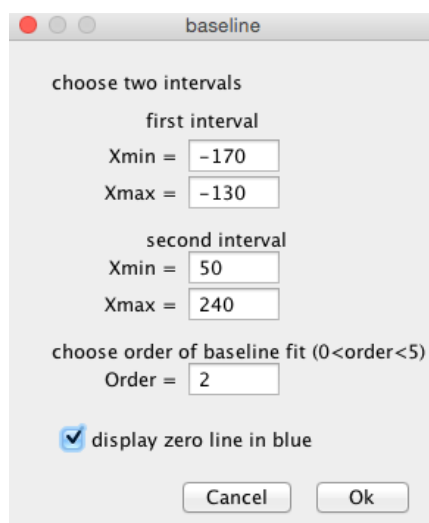
Figur 3: Detta spektrum visas nu med hastighet på den horisontella axeln. Du kan nu inspektera spektrumet genom att hovra med muspekaren över topparna. Värdet under pekaren visas i nedre delen av fönstret.

3 Avancerad analys

För bästa möjliga resultat så kanske du behöver göra en så kallad baslinjesubtraktion och även gaussisk anpassning av topparna. Detta kan vara tidskrävande om du har många spektra och överväg att använda Matlab-programmet SalsaSpectrum om du har tillgång till Matlab.

3.1 Baslinjesubtraktion

Spektrat som visas i Fig. 3 är ganska bra redan från start, men om vi tittar noga så kan vi se att nollnivån inte är platt. Istället så är den böjd p.g.a. störningar från mottagaren som inte togs bort under observationen. För bästa möjliga resultat så måste vi ta bort dessa störningar. Detta borttagande kallas *baslinjesubtraktion*. Börja genom att klicka på knappen *Baseline* i SalsaJ-fönstret. Genom att titta snabbt på grafen med muspekaren ser vi att vi inte har några toppar mellan [-170 till -130] eller [50 till 240] km/s. Vi skriver in dessa gränser för de två linjefria områdena och väljer ett polynom av ordning 2, se Fig. 4.

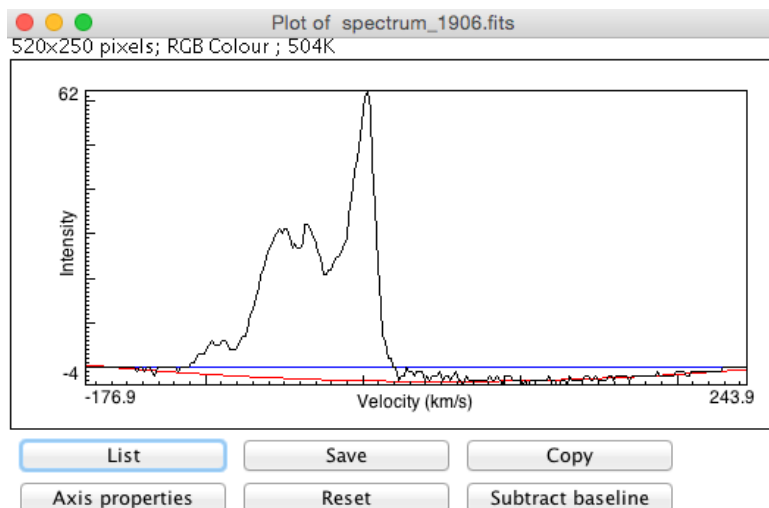


Figur 4: Inställningar för baslinjesubtraktion. Vi har definierat två regioner av vårt spektrum som är fria från toppar från vätgas, och valt ett ordning på det polynom som vi vill anpassa (vanligen 2 eller 3).

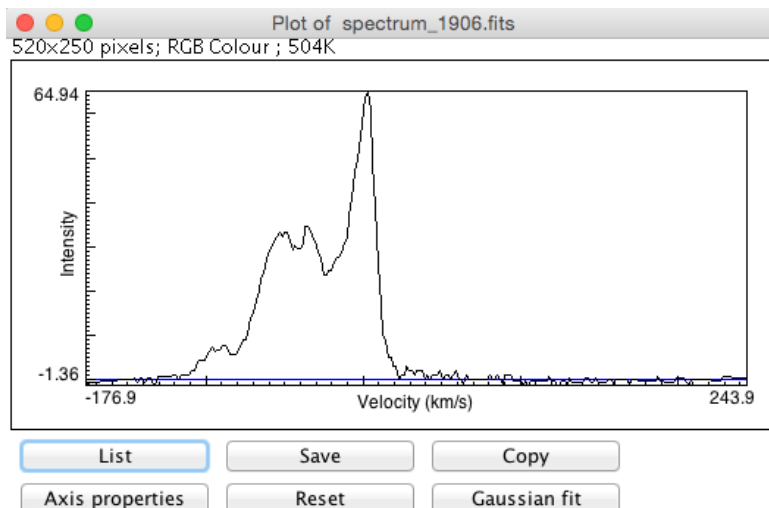
Efter att du trycker på OK så kommer en baslinje att anpassas och visas på skärmen, se Fig. 5. Om du är nöjd med din anpassning, klicka *Subtract baseline*. Om din anpassning ser dålig ut, klicka *reset* och gör om subtraktionen med andra inställningar tills du får en bra anpassning till de delar av spektrat som är fria från toppar. Efter att du subtraherat baslinjen så bör de linjefria delarna vara platta, som i Fig. 6.

3.2 Mätning av hastigheter: att anpassa Gaussiska profiler

På grund av brus så kan det vara svårt att mäta exakt var centrum av toppen är bara med hjälp av muspekaren. Ett bra sätt är istället att anpassa en Gaussisk profil till toppen. Detta kan göras genom att klicka på knappen *Gaussian fit* i SalsaJ. För anpassningen så måste vi först notera ungefärliga värden för de toppar vi vill anpassa. Här ser vi att vi har fyra toppar ungefär vid hastigheterna -90, -52, -35, och 0 km/s. Vi vill alltså anpassa fyra toppar, men SalsaJ kan bara anpassa en åt gången (SalsaSpectrum i Matlab kan anpassa flera samtidigt) Låt oss börja med den starkaste toppen kring 0.



Figur 5: En baslinje har anpassats baserat på inställningarna i Fig. 4. Den anpassade baslinjen visas i rött och noll-nivån i blått.

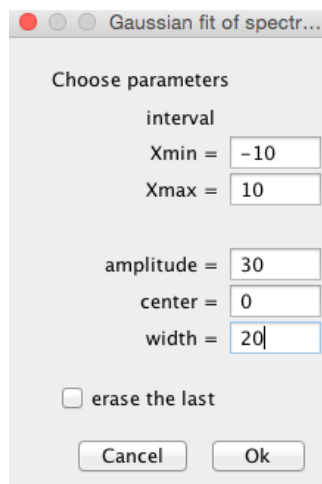


Figur 6: Baslinjen som anpassats i Fig. 6 har tagits bort och de linjefria områdena är nu platta (bortsett från bruset) och nära noll. Vi är nu redo att mäta intensiteter och hastigheter.

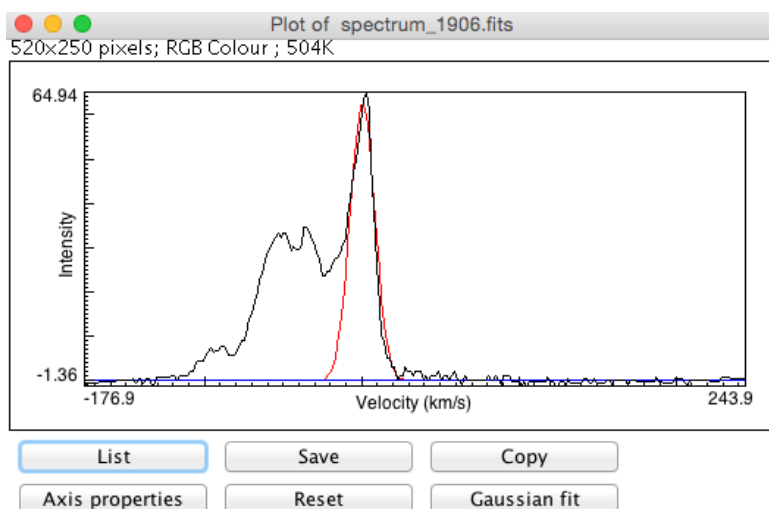
Efter att vi klickar på knappen *Gaussian fit* så behöver vi ange ett intervall med data som skall användas för anpassningen, definierat med Xmin och Xmax. Vanligen så funkar ett område av 10km/s till höger och vänster om toppen bra, så i detta fall -10 till +10 km/s. Därefter måste vi ge startvillkor för anpassningen. Detta måste inte vara perfekt, men ju närmare desto bättre. Vi gissar på en amplitud på 30 (vilket är långt under den riktiga amplituden), ett center på 0 (som vi noterade innan) och en bredd på 20km/s. Sen klickar på OK. Den anpassade profilen visas i rött, se Fig. 8.

Obs: Om din anpassning går fel, t.ex. om du anger ett intervall där det inte finns någon topp, så kan du ta bort den senaste anpassningen genom att välja *erase the last*.

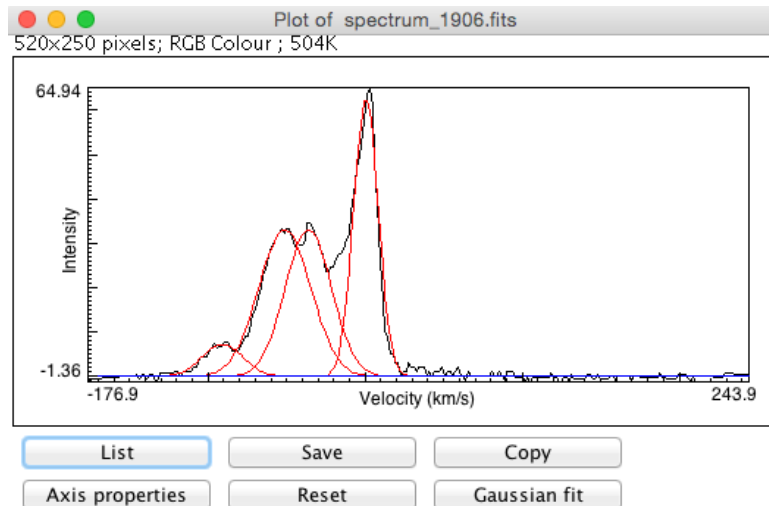
Vi fortsätter att på samma sätt anpassa de övriga tre topparna, resultatet kan ses i Fig. 9. Efter anpassning så får du en lista av anpassade värden, se Fig. 10. Ur denna lista så kan du läsa av galaktiska koordinater för spektrat, och de hastigheter och intensiteter som programmet anpassat för de toppar du valt. Hastigheterna kan sedan användas för att göra en rotationskurva eller en karta över Vintergatan på det sätt som beskrivs i projektbeskrivningen Kartläggning av Vintergatan.



Figur 7: Inställningar för att anpassa en gaussisk profil till en av topparna i spektrat. Resultatet kan ses i Fig. 8.



Figur 8: En gaussisk profil har anpassats till datan utifrån inställningarna i Fig. 7.



Figur 9: Alla fyra toppar har anpassats. Hastigheter och intensiteter kan nu avläsas i *Gaussian fit results*, se Fig. 10.

Gaussian fit results				
File	I	b	Velocity (km/s)	Intensity
spectrum_1906.fits	99.86	-0.03	0.59	62.54
spectrum_1906.fits	99.86	-0.03	-90.85	7.20
spectrum_1906.fits	99.86	-0.03	-51.17	33.08
spectrum_1906.fits	99.86	-0.03	-36.13	33.10

Figur 10: Alla fyra toppar har anpassats. I detta fönster kan du läsa av de anpassade hastigheterna och intensiteterna. Värdena kan användas för att göra en rotationskurva eller karta för Vintergatan, på det sätt som beskrivs i projektbeskrivningen Kartläggning av Vintergatan.