



DECUS

PROGRAM LIBRARY

DECUS NO.	12-72
TITLE	FOUR-POINT SMOOTHING WITH FPP-12
AUTHOR	L. L. Alber, M. W. Overton and Dr. D. E. Smith
COMPANY	U. S. Food and Drug Administration Chicago, Illinois
DATE	January 30, 1972
SOURCE LANGUAGE	LAP6

FOUR-POINT SMOOTHING WITH FPP-12

DECUS Program Library Write-up

DECUS NO. 12-72

A PDP-12 program has been developed for smoothing an array of $4095_{(10)}$ data points using the FPP-12 (Floating Point Processor). The data is smoothed by fitting to a four-point least squares quadratic, advancing one point at a time through the array.

The program is unique because it operates on data that has been stored as a 1 - 12 bit data word. The new processor was apparently designed to perform calculations on data stored as floating point numbers. That is, 3 - 12 bit words rather than the accustomed 1 - 12 bit word of the PDP-8/12 computer family.

The SET X, LDX, XTA, and ATX instructions are combined to examine four successive 1 - 12 bit data words anywhere in core, float, fit to a quadratic, smooth the center two points, fix, and restore them back into their original 1 - 12 bit word location, advancing by one data point through the array.

In addition to saving two-thirds the core necessary to store the data as a floating point number, the program was written in single-word addressing which reduces the core necessary to reside the program by one-half from using the double-word addressing.

Time comparisons of the FPP-12 system shows the run time of 10 seconds to smooth 4095 points while the DEC software floating point package took 4 minutes, 15 seconds. In addition, the FPP-12 is operating in parallel to the PDP-12 CPU, so one can actually see the smoothing occurring on the CRT.

NOTE: A more versatile routine offering 8-point smoothing can be found in DECUS NO. 12-73

CL

AP FITDISSW,Ø
LO FPPASM,Ø

/FITDISSW
/

				ORG Ø12Ø1
ØØØ1				
ØØØ2	Ø12Ø1	ØØØØ	WHYS,	Ø.
	Ø12Ø2	ØØØØ		
	Ø12Ø3	ØØØØ		
ØØØ3	Ø12Ø4	ØØØØ	WHYS1,	Ø.
	Ø12Ø5	ØØØØ		
	Ø12Ø6	ØØØØ		
ØØØ4	Ø12Ø7	ØØØØ	WHYS2,	Ø.
	Ø121Ø	ØØØØ		
	Ø1211	ØØØØ		
ØØØ5	Ø1212	ØØØØ	WHYS3,	Ø.
	Ø1213	ØØØØ		
	Ø1214	ØØØØ		
ØØØ6	Ø1215	ØØØ2	TWO,	2.
	Ø1216	2ØØØ		
	Ø1217	ØØØØ		
ØØØ7	Ø122Ø	ØØØ2	THREE,	3.
	Ø1221	3ØØØ		
	Ø1222	ØØØØ		
ØØ1Ø	Ø1223	ØØØ3	FOUR,	4.
	Ø1224	2ØØØ		
	Ø1225	ØØØØ		
ØØ11	Ø1226	ØØØ3	FIVE,	5.
	Ø1227	24ØØ		
	Ø123Ø	ØØØØ		
ØØ12	Ø1231	ØØØ4	NINE,	9.
	Ø1232	22ØØ		
	Ø1233	ØØØØ		
ØØ13	Ø1234	ØØØ5	FP16,	16.
	Ø1235	2ØØØ		
	Ø1236	ØØØØ		
ØØ14	Ø1237	ØØØ5	FP27,	27.
	Ø124Ø	33ØØ		
	Ø1241	ØØØØ		
ØØ15	Ø1242	ØØØ5	FP31,	31.
	Ø1243	37ØØ		
	Ø1244	ØØØØ		
ØØ16	Ø1245	ØØØ5	FP25A8,	25.8
	Ø1246	3163		
	Ø1247	1462		

ØØ17	Ø125Ø	ØØØØ	YBAR,	Ø.	
	Ø1251	ØØØØ			
	Ø1252	ØØØØ			
ØØ2Ø	Ø1253	ØØØØ	XYBAR,	Ø.	
	Ø1254	ØØØØ			
	Ø1255	ØØØØ			
ØØ21	Ø1256	ØØØØ	X2YBAR,	Ø.	
	Ø1257	ØØØØ			
	Ø126Ø	ØØØØ			
ØØ22	Ø1261	ØØØØ	TEMSUM,	Ø.	
	Ø1262	ØØØØ			
	Ø1263	ØØØØ			
ØØ23	Ø1264	ØØØØ	A,	Ø.	
	Ø1265	ØØØØ			
	Ø1266	ØØØØ			
ØØ24	Ø1267	ØØØØ	B,	Ø.	
	Ø127Ø	ØØØØ			
	Ø1271	ØØØØ			
ØØ25	Ø1272	ØØØØ	C,	Ø.	
	Ø1273	ØØØØ			
	Ø1274	ØØØØ			
ØØ26					ORG ØØ2ØØ
ØØ27	ØØ2ØØ	ØØØ2			ØØØ2 /Pmode.
ØØ3Ø	ØØ2Ø1	6Ø32			KCC
ØØ31	ØØ2Ø2	6Ø46			TLS
ØØ32	ØØ2Ø3	6552			FPICL
ØØ33	ØØ2Ø4	421Ø			JMS INITØ
ØØ34	ØØ2Ø5	4255			JMS DISPLI
ØØ35	ØØ2Ø6	422Ø			JMS BEGIN
ØØ36	ØØ2Ø7	52Ø5			JMP .-2
ØØ37	ØØ21Ø	ØØØØ	INITØ,	Ø	/Sets up display counter
ØØ4Ø	ØØ211	73ØØ			CLA CLL
ØØ41	ØØ212	1Ø2Ø			TAD COUNTER
ØØ42	ØØ213	Ø35Ø			AND MASK1
ØØ43	ØØ214	7ØØ6			RTL
ØØ44	ØØ215	7ØØ6			RTL
ØØ45	ØØ216	3343			DCA DATSKP
ØØ46	ØØ217	561Ø			JMP I INITØ
ØØ47	ØØ22Ø	ØØØØ	BEGIN,	Ø	/Init. FPP APT
ØØ5Ø	ØØ221	73ØØ			CLA CLL
ØØ51	ØØ222	3242			DCA APT
ØØ52	ØØ223	1252			TAD K1ØØØ
ØØ53	ØØ224	3243			DCA APT+1
ØØ54	ØØ225	1253			TAD K3Ø1Ø
ØØ55	ØØ226	3244			DCA APT+2
ØØ56	ØØ227	1Ø2Ø			TAD COUNTR
ØØ57	ØØ23Ø	7Ø41			CIA /Init. loc 01007
ØØ6Ø	ØØ231	3654			DCA I CONTRI
ØØ61	ØØ232	6553			FPCOM
ØØ62	ØØ233	1241			TAD APTPT

ØØ63	ØØ234	6555		FPST	
ØØ64	ØØ235	74Ø2		HLT	
ØØ65	ØØ236	6557	FLAG,	FPIST	
ØØ66	ØØ237	5263		JMP DISPL2	
ØØ67	ØØ240	562Ø		JMP I BEGIN	
ØØ7Ø	ØØ241	Ø242	APTPT,	APT	
ØØ71	ØØ242	ØØØØ	APT,	Ø	
ØØ72	ØØ243	1ØØØ		1ØØØ	
ØØ73	ØØ244	3Ø1Ø		3Ø1Ø	
ØØ74	ØØ245	ØØØØ		Ø	
ØØ75	ØØ246	ØØØØ		Ø	
ØØ76	ØØ247	ØØØØ		Ø	
ØØ77	ØØ25Ø	ØØØØ		Ø	
Ø1ØØ	ØØ251	ØØØØ		Ø	
Ø1Ø1	ØØ252	1ØØØ	K1ØØØ,	1ØØØ	
Ø1Ø2	ØØ253	3Ø1Ø	K3Ø1Ø,	3Ø1Ø	
Ø1Ø3	ØØ254	1ØØ7	CONTRI,	AGAIN-I	
Ø1Ø4	ØØ255	ØØØØ	DISPLI,	Ø	/Initial display loop
Ø1Ø5	ØØ256	73ØØ		CLA CLL	/instructions so that
Ø1Ø6	ØØ257	127Ø		TAD FIXER	/exit achieved only by
Ø1Ø7	ØØ26Ø	3341		DCA RETUR	/typing "C".
Ø11Ø	ØØ261	4272		JMS DISPLA	
Ø111	ØØ262	5655		JMP I DISPLI	
Ø112	ØØ263	73ØØ	DISPL2,	CLA CLL	/Init. display loop
Ø113	ØØ264	1271		TAD FIXERI	/instructions so that
Ø114	ØØ265	3341		DCA RETUR	/JMP FLAG occurs after
Ø115	ØØ266	4272		JMS DISPLA	/each pass (display renewal).
Ø116	ØØ267	5236		JMP FLAG	
Ø117	ØØ27Ø	5273	FIXER,	JMP DISPLA+I	
Ø12Ø	ØØ271	5672	FIXERI,	JMP I DISPLA	
Ø121	ØØ272	ØØØØ	DISPLA,	Ø	
Ø122	ØØ273	73ØØ		CLA CLL	
Ø123	ØØ274	1Ø2Ø		TAD COUNTR	
Ø124	ØØ275	7Ø41		CIA	
Ø125	ØØ276	3342		DCA CONTR	
Ø126	ØØ277	1347		TAD START	
Ø127	ØØ3ØØ	3Ø1Ø		DCA ADRES	
Ø13Ø	ØØ3Ø1	3Ø11		DCA II	
Ø131	ØØ3Ø2	73ØØ	REPET,	CLA CLL	/Display data from second
Ø132	ØØ3Ø3	6211		CDF+1Ø	/4K core bank.
Ø133	ØØ3Ø4	141Ø		TAD I ADRES	
Ø134	ØØ3Ø5	62Ø1		CDF+ØØ	
Ø135	ØØ3Ø6	6141		6141	/LINC
Ø136	ØØ3Ø7	Ø171		Ø171	/DIS II
Ø137	ØØ31Ø	ØØØ2		ØØØ2	
Ø14Ø	ØØ311	72Ø1		CLA IAC	
Ø141	ØØ312	1343		TAD DATSKP	
Ø142	ØØ313	7Ø41		CIA	
Ø143	ØØ314	3344		DCA SKIPS	
Ø144	ØØ315	2342	INCR,	ISZ CONTR	

Ø145	ØØ316	532Ø		JMP .+2	
Ø146	ØØ317	5326		JMP SKIP	
Ø147	ØØ32Ø	2344		ISZ SKIPS	
Ø15Ø	ØØ321	5315		JMP INCR	
Ø151	ØØ322	1343		TAD DATSKP	
Ø152	ØØ323	1Ø1Ø		TAD ADRES	
Ø153	ØØ324	3Ø1Ø		DCA ADRES	
Ø154	ØØ325	53Ø2		JMP REPET	
Ø155	ØØ326	73ØØ	SKIP,	CLA CLL	/Type "C" to smooth.
Ø156	ØØ327	6Ø31		KSF	
Ø157	ØØ33Ø	5341		JMP RETUR	
Ø16Ø	ØØ331	6Ø36		KRB	
Ø161	ØØ332	6Ø46		TLS	
Ø162	ØØ333	3345		DCA STOR	
Ø163	ØØ334	6Ø32		KCC	
Ø164	ØØ335	1346		TAD CC	
Ø165	ØØ336	1345		TAD STOR	
Ø166	ØØ337	745Ø		SNA	
Ø167	ØØ34Ø	5672		JMP I DISPLA	
Ø17Ø	ØØ341	5273	RETUR,	JMP DISPLA+1	
Ø171	ØØ342	ØØØØ	CONTR,	Ø	
Ø172	ØØ343	ØØØØ	DATSKP,	Ø	
Ø173	ØØ344	ØØØØ	SKIPS,	Ø	
Ø174	ØØ345	ØØØØ	STOR,	Ø	
Ø175	ØØ346	7475	CC,	-3Ø3	
Ø176	ØØ347	ØØØØ	START,	Ø	
Ø177	ØØ35Ø	7ØØØ	MASK1,	7ØØØ	
Ø2ØØ				ORG ØØØ1Ø	
Ø2Ø1	ØØØ1Ø	ØØØØ	ADRES,	Ø	
Ø2Ø2				ORG ØØØ2Ø	
Ø2Ø3	ØØØ2Ø	ØØØØ	COUNTR,	Ø	/loc. 0020 set = No. data
Ø2Ø4				ORG Ø1ØØØ	/points (octal) by another
Ø2Ø5	Ø1ØØØ	Ø1ØØ		LDX 1,Ø	/program CALCAT.
	Ø1ØØ1	ØØØ1			
Ø2Ø6	Ø1ØØ2	11ØØ		SETX 3ØØØ	/LDX 1, sets loc 3010=0001.
	Ø1ØØ3	3ØØØ			
Ø2Ø7	Ø1ØØ4	Ø1ØØ		LDX 1,Ø	Sets loc. 3000=0001.
	Ø1ØØ5	ØØØ1			
Ø21Ø	Ø1ØØ6	Ø1Ø6		LDX -2ØØØ,6	/Inst. at loc. 227, 230, & 231
	Ø1ØØ7	6ØØØ			/put in value of Counter.
Ø211	Ø1Ø1Ø	216Ø	AGAIN,	JXN GO,6+	
	Ø1Ø11	1Ø13			
Ø212	Ø1Ø12	ØØØØ		FEXIT	
Ø213	Ø1Ø13	Ø1Ø4	GO,	LDX -4,4	/Init. index reg. to -4
	Ø1Ø14	7774			/to float 4 data points.
Ø214	Ø1Ø15	Ø1Ø5		LDX -1,5	/Adres pointer.
	Ø1Ø16	7777			
Ø215	Ø1Ø17	1Ø3Ø	LOOP,	JA GETDAT	
	Ø1Ø2Ø	2777			

Ø216	Ø1Ø21	11ØØ	STORE,	SETX 3ØØØ	
	Ø1Ø22	3ØØØ			
Ø217	Ø1Ø23	655Ø		FSTA WHYS,5+	?Store FP data
	Ø1Ø24	12Ø1			
Ø22Ø	Ø1Ø25	Ø11Ø		ADDX 1,Ø	/Increment loc 03000
	Ø1Ø26	ØØØ1			
Ø221	Ø1Ø27	214Ø		JXN LOOP,4+	/Four points floated?
	Ø1Ø3Ø	1Ø17			
Ø222				BASE Ø12Ø1	/Using Short Form 1 word
Ø223	Ø1Ø31	111Ø	FITTER,	SETB Ø12Ø1	/addressing.
	Ø1Ø32	12Ø1			
Ø224	Ø1Ø33	Ø2ØØ		FLDA WHYS	
Ø225	Ø1Ø34	12Ø1		FADD WHYS1	/Doing a 4-point least squares
Ø226	Ø1Ø35	12Ø2		FADD WHYS2	
Ø227	Ø1Ø36	12Ø3		FADD WHYS3	/fit advancing by 1 point each
Ø23Ø	Ø1Ø37	32Ø6		FDIV FOUR	
Ø231	Ø1Ø4Ø	6215		FSTA YBAR	/time.
Ø232	Ø1Ø41	Ø2Ø3		FLDA WHYS3	
Ø233	Ø1Ø42	42Ø6		FMUL FOUR	
Ø234	Ø1Ø43	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø235	Ø1Ø44	Ø2Ø2		FLDA WHYS2	
Ø236	Ø1Ø45	42Ø5		FMUL THREE	
Ø237	Ø1Ø46	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø24Ø	Ø1Ø47	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø241	Ø1Ø5Ø	Ø2Ø1		FLDA WHYS1	
Ø242	Ø1Ø51	42Ø4		FMUL TWO	
Ø243	Ø1Ø52	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø244	Ø1Ø53	12ØØ		FADD WHYS	
Ø245	Ø1Ø54	32Ø6		FDIV FOUR	
Ø246	Ø1Ø55	6216		FSTA XYBAR	
Ø247	Ø1Ø56	Ø2Ø3		FLDA WHYS3	
Ø25Ø	Ø1Ø57	4211		FMUL FP16	
Ø251	Ø1Ø6Ø	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø252	Ø1Ø61	Ø2Ø2		FLDA WHYS2	
Ø253	Ø1Ø62	421Ø		FMUL NINE	
Ø254	Ø1Ø63	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø255	Ø1Ø64	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø256	Ø1Ø65	Ø2Ø1		FLDA WHYS1	
Ø257	Ø1Ø66	42Ø6		FMUL FOUR	
Ø26Ø	Ø1Ø67	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø261	Ø1Ø7Ø	12ØØ		FADD WHYS	
Ø262	Ø1Ø71	32Ø6		FDIV FOUR	
Ø263	Ø1Ø72	6217		FSTA X2YBAR	
Ø264	Ø1Ø73	Ø216		FLDA XYBAR	
Ø265	Ø1Ø74	4212		FMUL FP27	
Ø266	Ø1Ø75	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø267	Ø1Ø76	Ø215		FLDA YBAR	
Ø27Ø	Ø1Ø77	4213		FMUL FP31	
Ø271	Ø11ØØ	222Ø		FSUB TEMSUM	
Ø272	Ø11Ø1	622Ø		FSTA TEMSUM	

Ø273	Ø11Ø2	Ø217		FLDA X2YBAR	
Ø274	Ø11Ø3	42Ø7		FMUL FIVE	
Ø275	Ø11Ø4	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø276	Ø11Ø5	6221		FSTA A	
Ø277	Ø11Ø6	Ø215		FLDA YBAR	
Ø3ØØ	Ø11Ø7	4212		FMUL FP27	
Ø3Ø1	Ø111Ø	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø3Ø2	Ø1111	Ø217		FLDA X2YBAR	
Ø3Ø3	Ø1112	42Ø7		FMUL FIVE	
Ø3Ø4	Ø1113	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø3Ø5	Ø1114	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø3Ø6	Ø1115	Ø216		FLDA XYBAR	
Ø3Ø7	Ø1116	4214		FMUL FP25A8	
Ø31Ø	Ø1117	222Ø		FSUB TEMSUM	
Ø311	Ø112Ø	6222		FSTA B	
Ø312	Ø1121	Ø216		FLDA XYBAR	
Ø313	Ø1122	42Ø7		FMUL FIVE	
Ø314	Ø1123	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø315	Ø1124	Ø215		FLDA YBAR	
Ø316	Ø1125	42Ø7		FMUL FIVE	
Ø317	Ø1126	222Ø		FSUB TEMSUM	
Ø32Ø	Ø1127	1217		FADD X2YBAR	
Ø321	Ø113Ø	6223		FSTA C	
Ø322	Ø1131	11ØØ	SMOOTH,	SETX 3Ø1Ø	/Smooths data
	Ø1132	3Ø1Ø			/Forces middle 2 data
Ø323	Ø1133	Ø1Ø4		LDX -2,4	/points to fit quadratic
	Ø1134	7776			/(smooth, smoth2, & on).
Ø324	Ø1135	Ø11Ø		ADDX 1,Ø	
	Ø1136	ØØØ1			
Ø325	Ø1137	Ø223		FLDA C	
Ø326	Ø114Ø	42Ø6		FMUL FOUR	
Ø327	Ø1141	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø33Ø	Ø1142	Ø222		FLDA B	
Ø331	Ø1143	42Ø4		FMUL TWO	
Ø332	Ø1144	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø333	Ø1145	1221		FADD A	
Ø334	Ø1146	1Ø3Ø		JA PUTDAT	/Stores smoothed data back
	Ø1147	3ØØ7			/in fixed point format.
Ø335	Ø115Ø	11ØØ	SMOTH2,	SETX 3Ø1Ø	
	Ø1151	3Ø1Ø			
Ø336	Ø1152	214Ø		JXN ON,4+	/Two points smoothed?
	Ø1153	1156			
Ø337	Ø1154	1Ø3Ø		JA BACK	/Yes
	Ø1155	1171			
Ø34Ø	Ø1156	Ø11Ø	ON,	ADDX 1,Ø	/No, inc loc. 3Ø10
	Ø1157	ØØØ1			
Ø341	Ø116Ø	Ø223		FLDA C	
Ø342	Ø1161	421Ø		FMUL NINE	
Ø343	Ø1162	622Ø		FSTA TEMSUM	
Ø344	Ø1163	Ø222		FLDA B	

Ø345	Ø1164	42Ø5		FMUL THREE	
Ø346	Ø1165	122Ø		FADD TEMSUM	
Ø347	Ø1166	1221		FADD A	
Ø35Ø	Ø1167	1Ø3Ø		JA PUTDAT	
	Ø117Ø	3ØØ7			
Ø351	Ø1171	Ø11Ø	BACK,	ADDX -1,Ø	/Reset loc 3014 for next pass.
	Ø1172	7777			
Ø352	Ø1173	11ØØ		SETX 3ØØØ	
	Ø1174	3ØØØ			
Ø353	Ø1175	Ø11Ø		ADDX -3,Ø	/Reset loc. 3000 for next pass.
	Ø1176	7775			
Ø354	Ø1177	1Ø3Ø		JA AGAIN	
	Ø12ØØ	1Ø1Ø			
Ø355				ORG Ø2777	
Ø356	Ø2777	11Ø1	GETDAT,	SETX DATA	/Sets index reg. 0=data address
	Ø3ØØØ	ØØØ1			
Ø357	Ø3ØØ1	ØØ3Ø		XTA Ø	/Float data
Ø36Ø	Ø3ØØ2	1Ø3Ø		JA STORE	
	Ø3ØØ3	1Ø21			
Ø361	Ø3ØØ4	ØØØØ		Ø	
Ø362	Ø3ØØ5	ØØØØ		Ø	
Ø363	Ø3ØØ6	ØØØØ		Ø	
Ø364	Ø3ØØ7	11Ø1	PUTDAT,	SETX DATA	/Sets index reg 0=data address
	Ø3Ø1Ø	ØØØ1			
Ø365	Ø3Ø11	ØØ2Ø		ATX Ø	/Fix data back into same loc
Ø366	Ø3Ø12	1Ø3Ø		JA SMOTH2	/it came from
	Ø3Ø13	115Ø			
Ø367				ORG 1ØØØ1	/Data begins at 10001.
Ø37Ø	1ØØØ1	ØØØØ	DATA,	Ø	
Ø371					
ØØØØ	ERRORS				

A	Ø1264
ADRES	ØØØ1Ø
AGAIN	Ø1Ø1Ø
APT	ØØ242
APTPT	ØØ241
B	Ø1267
BACK	Ø1171
BEGIN	ØØ22Ø
C	Ø1272
CC	ØØ346
CONTR	ØØ342
CONTRI	ØØ254
COUNTR	ØØØ2Ø
DATA	1ØØØ1
DATSKP	ØØ343
DISPLA	ØØ272

DISPL1	ØØ255
DISPL2	ØØ263
FITTER	Ø1Ø31
FIVE	Ø1226
FIXER	ØØ27Ø
FIXER1	ØØ271
FLAG	ØØ236
FOUR	Ø1223
FP16	Ø1234
FP25A8	Ø1245
FP27	Ø1237
FP31	Ø1242
GETDAT	Ø2777
GO	Ø1Ø13
INCR	ØØ315
INITØ	ØØ21Ø
K1ØØØ	ØØ252
K3Ø1Ø	ØØ253
LOOP	Ø1Ø17
MASK1	ØØ35Ø
NINE	Ø1231
ON	Ø1156
PUTDAT	Ø3ØØ7
REPET	ØØ3Ø2
RETUR	ØØ341
SKIP	ØØ326
SKIPS	ØØ344
SMOOTH	Ø1131
SMOTH2	Ø115Ø
START	ØØ347
STOR	ØØ345
STORE	Ø1Ø21
TEMSUM	Ø1261
THREE	Ø122Ø
TWO	Ø1215
WHYS	Ø12Ø1
WHYS1	Ø12Ø4
WHYS2	Ø12Ø7
WHYS3	Ø1212
XYBAR	Ø1253
X2YBAR	Ø1256
YBAR	Ø125Ø

