Approssimazione multivariata con basi polinomiali e radiali

Responsabile: Marco Vianello
marcov@math.unipd.it

Bando a Progetti di Ricerca - GNCS 2012

Numero dei partecipanti: 5
Finanziamento richiesto: 7500 euro

1 Introduzione

Il nostro gruppo di ricerca sta lavorando da alcuni anni su due grandi temi della teoria e degli algoritmi dell'approssimazione multivariata: approssimazione/interpolazione polinomiale, e approssimazione/interpolazione con RBF (Radial Basis Functions) e più in generale approssimazione basata su funzioni kernel. Inoltre abbiamo un'esperienza pluriennale nel campo degli integratori esponenziali per sistemi di ODEs, con applicazioni alla soluzione numerica di PDEs evolutive discretizzate nelle variabili spaziali. Per una bibliografia completa delle attività del gruppo si vedano le liste delle pubblicazioni 2008-2011 dei singoli partecipanti e il sito web del gruppo di ricerca Padova-Verona su "Approssimazione costruttiva e applicazioni": http://www.math.unipd.it/∼marcov/CAA.html.

L'individuazione di buoni punti per l'approssimazione polinomiale multivariata, in particolare per l'interpolazione, è tuttora un difficile problema aperto (C. de Boor, Issues in multivariate polynomial interpolation, plenary talk at "Perspectives in Numerical Analysis", Helsinki, May 2008). È infatti ben noto, sin dalla scoperta del fenomeno di Runge in una dimensione, che la geometria di un modello discreto di un compatto ha una forte influenza sulla qualità dell'approssimazione e interpolazione basata su di esso. I nostri risultati principali in questo campo riguardano: interpolazione ottimale sul quadrato (tramite i cosiddetti "Padua points"), iperinterpolazione (ovvero sviluppi discretizzati in serie di polinomi ortogonali multivariati), costruzione di mesh polinomiali "ammissibili" su vari compatti tramite trasformazioni geometriche (si tratta di mesh quasi-ottimali per l'approssimazione ai minimi quadrati e contenenti insiemi nodali quasi-ottimali per l'interpolazione), calcolo efficiente di insiemi estremali discreti (punti approssimati di Fekete, Leja, Lebesgue), costruzione di formule di cubatura algebrica su compatti con varie geometrie.

Nel campo dell'approssimazione con basi radiali, ci siamo occupati principalmente di stabilità dell'interpolazione RBF e di cubatura "meshfree" con dati scattered. Recentemente, abbiamo cominciato ad esplorare due nuove applicazioni: la ricostruzione di immagini mediche tramite approssimazione con kernel definiti positivi (anche da dati scattered), e la costruzione di integratori esponenziali meshfree.

Il presente progetto mira a sviluppare lo studio e l'applicazione delle mesh polinomiali e degli insiemi estremali discreti, nonché ad approfondire l'applicazione delle basi radiali alla ricostruzione di immagini e agli integratori esponenziali meshfree, anche tramite alcune collaborazioni internazionali già attive: Jean-Paul Calvi (Toulouse), Greg Fasshauer (Chicago), Armin Iske (Hamburg), Norm Levenberg (Bloomington), Alexander Ostermann (Innsbruck), Francesca Rapetti (Nice), Robert Schaback (Göttingen), Ian H. Sloan (Sydney), Yuan Xu (Eugene). Verrà inoltre rivolta particolare alla produzione di software numerico efficiente ed affidabile.

2 Descrizione sintetica del progetto (max 2 pag)

Una nuova prospettiva nel campo dell'approssimazione polinomiale multivariata è stata recentemente aperta dalla teoria delle mesh polinomiali "ammissibili" [9], che sono quasi-ottimali per l'approssimazione ai minimi quadrati, e contengono insiemi di interpolazione (insiemi estremali discreti) che si distribuiscono asintoticamente come i punti di Fekete del dominio (punti che massimizzano il determinante di Vandermonde). In breve, le mesh ammissibili sono successioni $\{\mathcal{A}_n\}$ di sottoinsiemi discreti "normanti" per i polinomi su un compatto $K \subset \mathbb{R}^d$, cioè tali che $\|p\|_K \leq C\|p\|_{\mathcal{A}_n}$, $\forall p \in \mathbb{P}_n^d$, con *cardinalità a crescita polinomiale* in n, dove $\|\cdot\|_X$ è la sup-norma su un compatto X e $\mathbb{P}_n^d$ lo spazio dei polinomi d-variati di grado non maggiore di n. Nel caso $C = C_n$ non sia costante ma a crescita non più che polinomiale in n, si parla di "mesh debolmente ammissibili".

Partendo dal nostro lavoro recente su *mesh polinomiali e insiemi estremali discreti* (si vedano ad es. [1, 2, 14]), abbiamo in mente varie linee di ricerca, che descriviamo brevemente.

L1) È stato recentemente dimostrato che esistono mesh ammissibili "ottimali", ovvero con cardinalità $O(n^d)$, in compatti multidimensionali con varie geometrie [12]. Intendiamo approfondire lo studio delle mesh ammissibili ottimali, ad esempio per compatti convessi, e delle mesh debolmente ammissibili tridimensionali.

L2) Calcolare punti di Fekete (punti che massimizzano il determinante di Vandermonde) e di Lebesgue (punti che minimizzano la costante di Lebesgue) di un compatto è un problema numerico di grande difficoltà. I punti di Fekete approssimati [1, 2], ottenuti con metodi standard di algebra lineare numerica, sono candidati ragionevoli come stima iniziale in un metodo di ottimizzazione non lineare [4]. Intendiamo proseguire questo approccio computazionale, che potrebbe servire anche per congetturare la possibile distribuzione di tali punti, nota teoricamente solo nel caso dei punti di Fekete unidimensionali. In particolare, sembra interessante, in vista dell'applicazione al metodo degli elementi spettrali 3D, calcolare punti di Fekete e di Lebesgue del tetraedro.

L3) Un primo passo nell'applicazione delle mesh polinomiali e degli insiemi estremali discreti alla soluzione numerica di PDEs è stato fatto in [15]: il programma è di estendere l'approccio al metodo TSEM trivariato (mesh tetraedrali). Inoltre, i punti di Fekete approssimati [1, 2] potrebbero essere usati direttamente per l'approssimazione polinomiale globale di PDEs (come i “magic points” studiati in [13]); una prima applicazione è apparsa in [16]. Sebbene siano ancora ad uno stadio preliminare, questi argomenti meritano di sicuro una certa attenzione vista l'importanza delle PDEs nelle applicazioni.

L4) In un recentissimo lavoro abbiamo costruito formule di interpolazione e quadratura “subperiodica” (su intervalli di lunghezza minore del periodo) per polinomi trigonometrici [3]. In tale ambito, sembra ragionevole studiare anche formule di quadratura trigonometrica subperiodica di tipo gaussiano. L'idea è di utilizzare questo approccio per costruire costruire mesh polinomiali, punti estremali discreti e formule di cubatura algebrica su varie sezioni di disco, sfera/palla (di interesse nel campo della geomatematica [11]), cilindro, cono, toro (ad es. settori, segmenti e lenti circolari, calotte, rettangoli sferici e toroidali, ...).

L'attività nel campo dell'*approssimazione meshfree con basi radiali* si concentrerà principalmente sulle seguenti linee di ricerca.

L5) Il problema della ricostruzione di immagini, che consiste nell'approssimare una funzione partendo dalla sua trasformata di Radon, nasce ad esempio nel contesto dell'imaging medico, quando si voglia ricostruire la struttura interna a partire da una tomografia a raggi X. I metodi di ricostruzione classici sono basati sulla cosiddetta “back projection formula”; abbiamo cominciato a studiare un approccio alternativo [10], che utilizza approssimazioni con kernel definiti positivi e può essere applicato anche a dati scattered. La funzione viene approssimata con un'interpolazione di Hermite-Birkhoff combinata con una strategia di regolarizzazione quando la trasformata di Radon del kernel tende a infinito.

L6) Nei recenti lavori [6, 7], svolti in collaborazione con il gruppo di ricerca di A. Ostermann (Innsbruck), è stato proposta una classe di integratori esponenziali “meshfree” per problemi evolutivi. Questi metodi sono di particolare interesse in situazioni in cui la soluzione dell'equazione differenziale è concentrata in una parte ristretta del dominio computazionale, che può variare nel tempo. Per la discretizzazione spaziale, vengono suggerite RBF a supporto compatto, in vista della stabilità e robustezza della procedura di interpolazione risultante, mentre l'integrazione nel tempo viene effettuata mediante metodi quali splitting esponenziale (Strang splitting o splitting di ordine più elevato) e Rosenbrock esponenziale [5], dove le funzioni di matrice richieste sono calcolate tramite interpolazione di Newton su punti di Leja [8]. Ne risultano degli integratori completamente adattativi sia nello spazio che nel tempo, che meritano un ulteriore approfondimento, anche dal punto di vista applicativo.

References

[1] L. Bos, S. De Marchi, A. Sommariva, M. Vianello, *Computing multivariate Fekete and Leja points by numerical linear algebra*, SIAM J. Numer. Anal. 48 (2010).

[2] L. Bos, J.-P. Calvi, N. Levenberg, A. Sommariva, M. Vianello, *Geometric Weakly Admissible Meshes, Discrete Least Squares Approximation and Approximate Fekete Points*, Math. Comp. 80 (2011).

[3] L. Bos, M. Vianello, *Subperiodic trigonometric interpolation and quadrature*, preprint.

[4] M. Briani, A. Sommariva, M. Vianello, *Computing Fekete and Lebesgue points: sim-*

plex, square, disk, J. Comput Appl. Math., online 16 Dec 2011.
[5] M. Caliari, A. Ostermann, *Implementation of exponential Rosenbrock-type methods*, Appl. Numer. Math. (2009).
[6] M. Caliari, A. Ostermann, S. Rainer, *Meshfree exponential integrators*, preprint.
[7] M. Caliari, A. Ostermann, S. Rainer, *A Meshfree splitting method for soliton dynamics in nonlinear Schrödinger equations*, preprint.
[8] M. Caliari, L. Bergamaschi, M. Vianello, *Interpolating discrete advection-diffusion propagators at Leja sequences*, J. Comput. Appl. Math. 172 (2004).
[9] J.-P. Calvi, N. Levenberg, *Uniform approximation by discrete least squares polynomials*, J. Approx. Theory 152 (2008).
[10] S. De Marchi, A. Sironi, *A kernel based method for medical image reconstruction*, draft.
[11] K. Hesse, I. H. Sloan, R. S. Womersley, *Numerical integration on the sphere*, W. Freeden, M. Z. Nashed, T. Sonar (eds), Handbook of Geomathematics, Springer, 2010.
[12] A. Kroó, *On optimal polynomial meshes*, J. Approx. Theory 163 (2011).
[13] Y. Maday, N.C. Nguyen, A.T. Patera, G.S.H. Pau, *A general multipurpose interpolation procedure: the magic points*, Comm. Pure Appl. Anal. 8 (2009).
[14] F. Piazzon, M. Vianello, *Small perturbations of polynomial meshes*, Appl. Anal., online 18 Jan 2012.
[15] F. Rapetti, A. Sommariva, M. Vianello, *On the generation of symmetric Lebesgue-like points in the triangle*, J. Comput. Appl. Math., online 28 Nov 2011.
[16] P. Zitnan, *The collocation solution of Poisson problems based on approximate Fekete points*, Eng. Anal. Bound. Elem. 35 (2011).

3 Attività del progetto (max 1 pag)

Una delle caratteristiche di questo progetto è data, oltre alla forte interazione tra i partecipanti di due diverse Università, Padova e Verona, da una serie di collaborazioni internazionali.

Per la linea di ricerca L1) è prevista una collaborazione con Norm Levenberg (Bloomington, USA), che si trova in anno sabbatico e nel corso del 2012 sarà visiting professor in Francia (Nice, Toulouse). Sono previste sia missioni dei partecipanti per tale collaborazione sia inviti al Prof. Levenberg come visitatore presso i nostri dipartimenti.

Le linee di ricerca L2) ed L3) prevedono di approfondire tramite visite reciproche la collaborazione con Francesca Rapetti (Nice), che è esperta nel campo degli elementi spettrali e particolarmente interessata all'estensione dei risultati all'interpolazione quasi-ottimale su tetraedri.

La linea di ricerca L4) è stata discussa anche con Greg Fasshauer (Chicago) e Ian H. Sloan (Sydney) durante loro recenti visite presso l'Università di Padova: si pensa di approfittare di una loro probabile presenza a convegni in Europa nel 2012 per un incontro in cui sviluppare una possibile collaborazione.

La linea di ricerca L5) è nata nell'ambito della tesi di laurea magistrale in Matematica di A. Sironi (Padova), svolta in parte presso l'Università di Hamburg in contatto col gruppo di ricerca coordinato da Armin Iske. Sembra naturale approfondire la collaborazione tramite visite reciproche. D'altra parte, l'interesse del nostro gruppo nell'approssimazione con basi radiali si è sviluppato anche grazie ad una collaborazione continuativa con Robert Schaback (Göttingen), che verrà ulteriormente coltivata.

Infine, la linea di ricerca L6) è frutto di una intensa collaborazione continuativa con il gruppo di ricerca di Alexander Ostermann (Innsbruck), con cui sono previsti incontri e visite reciproche.

Parte dell'assegnazione verrà usata per la partecipazione a convegni internazionali e altre missioni in Italia o all'estero, in cui presentare i risultati ottenuti nel corso del 2012 ed eventualmente incontrare alcuni dei ricercatori e collaboratori sopra citati.

4 Partecipanti al progetto

Partecipanti strutturati

1. **Responsabile:** Marco Vianello
   Posizione: associato MAT/08
   Affiliazione: Università di Padova
   e-mail: marcov@math.unipd.it
   Pubblicazioni:
   1. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Hyperinterpolation in the cube.* Comput. Math. Appl. 55 (2008).
   2. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Bivariate Lagrange interpolation at the Padua points: computational aspects.* J. Comput. Appl. Math. 221 (2008).
   3. Punzi, Alessandro; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Meshless cubature over the disk using thin-plate splines.* J. Comput. Appl. Math. 221 (2008).
   4. Sommariva, Alvise; Vianello, Marco; Zanovello, Renato *Nontensorial Clenshaw-Curtis cubature.* Numer. Algorithms 49 (2008).
   5. Caliari, Marco; de Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Algorithm 886: Padua2D - Lagrange interpolation at Padua points on bivariate domains.* ACM Trans. Math. Software 35 (2008).
   6. De Marchi, Stefano; Vianello, Marco; Xu, Yuan *New cubature formulae and hyperinterpolation in three variables.* BIT 49 (2009).
   7. Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Gauss-Green cubature and moment computation over arbitrary geometries.* J. Comput. Appl. Math. 231 (2009).
   8. Bergamaschi L.; Caliari M.; Martinez, A.; Vianello, M. *Efficient massively parallel implementation of the ReLPM exponential integrator for advection-diffusion models.* J. Comput. Appl. Math. 231 (2009).
   9. Bos, Len; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Least-squares polynomial approximation on weakly admissible meshes: disk and triangle.* J. Comput. Appl. Math. 235 (2010).
   10. Bos, L.; De Marchi, S.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Computing multivariate Fekete and Leja points by numerical linear algebra.* SIAM J. Numer. Anal. 48 (2010).

11. Sommariva, A.; Vianello, M. *Approximate Fekete points for weighted polynomial interpolation.* Electron. Trans. Numer. Anal. 37 (2010).
12. Piazzon, F.; Vianello, M. *Analytic transformations of admissible meshes.* East J. Approx. 16 (2010).
13. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Padua2DM: fast interpolation and cubature at the Padua points in Matlab/Octave.* Numer. Algorithms 56 (2011).
14. Bos, L.; Calvi, J.-P.; Levenberg, N.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Geometric weakly admissible meshes, discrete least squares approximations and approximate Fekete points.* Math. Comp. 80 (2011).
15. Santin, G.; Sommariva, A.; Vianello, M. *An algebraic cubature formula on curvilinear polygons.* Appl. Math. Comput. 217 (2011).
16. Gentile, M.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Polynomial interpolation and cubature over polygons.* J. Comput. Appl. Math. 235 (2011).
17. Rapetti, F.; Sommariva, A.; Vianello M. *On the generation of symmetric Lebesgue-like points in the triangle.* J. Comput. Appl. Math., online 28 Nov 2011.
18. Briani, M.; Sommariva, A.; Vianello M. *Computing Fekete and Lebesgue points: simplex, square, disk.* J. Comput. Appl. Math., online 16 Dec 2011.
19. Spigler, R.; Vianello, M. *The "phase function" method to solve second-order asymptotically polynomial differential equations.* Numer. Math., online 27 Dec 2011.

2. **Partecipante:** Leonard P. Bos
Posizione: ordinario MAT/08
Affiliazione: Università di Verona
e-mail: leonardpeter.bos@univr.it
Pubblicazioni:
1. Bos, Len; De Marchi, Stefano *Univariate radial basis functions with compact support cardinal functions.* East J. Approx. 14 (2008).
2. Bos, Len; Levenberg, Norm; Waldron, Shayne *Pseudometrics, distances and multivariate polynomial inequalities.* J. Approx. Theory 153 (2008).
3. Bos, Len; Calvi, Jean-Paul Multipoint Taylor interpolation. Calcolo 45 (2008).
4. Bos, Len; Calvi, Jean-Paul *Taylorian points of an algebraic curve and bivariate Hermite interpolation.* Ann. Sc. Norm. Super. Pisa Cl. Sci. (5) 7 (2008).
5. Bos, L. P.; Levenberg, N. *On the calculation of approximate Fekete points: the univariate case.* Electron. Trans. Numer. Anal. 30 (2008).
6. Bos, Len; Levenberg, Norm; Waldron, Shayne *On the spacing of Fekete points for a sphere, ball or simplex.* Indag. Math. (N.S.) 19 (2008).
7. Bos, L. P.; Brudnyi, A.; Levenberg, N. *On polynomial inequalities on exponential curves in* $\mathbb{C}^n$. Constr. Approx. 31 (2010).
8. Bos, Len; Slawinski, Michael A. *Regions of invalidity of ray-centred coordinates.* Quart. J. Mech. Appl. Math. 63 (2010).
9. Bloom, T.; Bos, L.; Levenberg, N.; Waldron, S. *On the convergence of optimal measures.* Constr. Approx. 32 (2010).

10. Bos, Len; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Least-squares polynomial approximation on weakly admissible meshes: disk and triangle.* J. Comput. Appl. Math. 235 (2010).
11. Bos, L.; De Marchi, S.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Computing multivariate Fekete and Leja points by numerical linear algebra.* SIAM J. Numer. Anal. 48 (2010).
12. Bos, L.; De Marchi, S.; Hormann, K. *On the Lebesgue constant of Berrut's rational interpolant at equidistant nodes.* J. Comp. Appl. Math. 236 (2011).
13. Bos, L.; Slawinski, M. *Proof of validity of first-order seismic traveltime estimates.* Int. J. Geomath. 2 (2011).
14. Bos, L.; Calvi, J.-P.; Levenberg, N.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Geometric weakly admissible meshes, discrete least squares approximations and approximate Fekete points.* Math. Comp. 80 (2011).
15. Bos, L.; De Marchi, S. *On the Whittaker–Shannon sampling by means of Berrut's rational interpolant and its extension by Floater and Hormann.* East J. Approx. 17 (2011).
16. Bos, L.; De Marchi, S.; Hormann, K.; Klein, G. *On the Lebesgue constant of barycentric rational interpolation at equidistant nodes.* Numer. Math., online 17 Dec 2011.

3. **Partecipante:** Marco Caliari
Posizione: ricercatore MAT/08
Affiliazione: Università di Verona
e-mail: marco.caliari@univr.it
Pubblicazioni:
1. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Hyperinterpolation in the cube.* Comput. Math. Appl. 55 (2008).
2. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Bivariate Lagrange interpolation at the Padua points: computational aspects.* J. Comput. Appl. Math. 221 (2008).
3. Caliari, Marco; Squassina, Marco *Location and phase segregation of ground and excited states for 2D Gross-Pitaevskii systems.* Dyn. Partial Differ. Equ. 5 (2008).
4. Caliari, Marco; Squassina, Marco *Spatial patterns for the three species Gross-Pitaevskii system in the plane*. Electron. J. Differential Equations 79 (2008).
5. Caliari, Marco; de Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Algorithm 886: Padua2D - Lagrange interpolation at Padua points on bivariate domains.* ACM Trans. Math. Software 35 (2008).
6. Caliari M.; Loffredo M.I.; Morato, L.M.; Zuccher, S. *Cubic Nonlinear Schrödinger Equation with vorticity*, New J. Phys. 10 (2008).
7. Caliari, Marco; Ostermann, Alexander; Rainer, Stefan; Thalhammer, Mechthild *A minimisation approach for computing the ground state of Gross-Pitaevskii systems.* J. Comput. Phys. 228 (2009).
8. Thalhammer, Mechthild; Caliari, Marco; Neuhauser, Christof *High-order time-*

splitting Hermite and Fourier spectral methods. J. Comput. Phys. 228 (2009).
9. Caliari, Marco; Ostermann, Alexander *Implementation of exponential Rosenbrock-type integrators.* Appl. Numer. Math. 59 (2009).
10. Bergamaschi L.; Caliari M.; Martinez, A.; Vianello, M. *Efficient massively parallel implementation of the ReLPM exponential integrator for advection-diffusion models.* J. Comput. Appl. Math. 231 (2009).
11. Caliari, Marco; Squassina, Marco *Numerical computation of soliton dynamics for NLS equations in a driving potential.* Electron. J. Differential Equations 89 (2010).
12. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Padua2DM: fast interpolation and cubature at the Padua points in Matlab/Octave.* Numer. Algorithms 56 (2011).

4. **Partecipante:** Stefano De Marchi
Posizione: associato MAT/08
Affiliazione: Università di Padova
e-mail: demarchi@math.unipd.it
Pubblicazioni:
1. Bos, Len; De Marchi, Stefano *Univariate radial basis functions with compact support cardinal functions.* East J. Approx. 14 (2008).
2. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Hyperinterpolation in the cube.* Comput. Math. Appl. 55 (2008).
3. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Bivariate Lagrange interpolation at the Padua points: computational aspects.* J. Comput. Appl. Math. 221 (2008).
4. Caliari, Marco; de Marchi, Stefano; Vianello, Marco *Algorithm 886: Padua2D - Lagrange interpolation at Padua points on bivariate domains.* ACM Trans. Math. Software 35 (2008).
5. De Marchi, Stefano; Vianello, Marco; Xu, Yuan *New cubature formulae and hyperinterpolation in three variables.* BIT 49 (2009).
6. De Marchi, Stefano; Schaback, Robert *Stability of kernel-based interpolation.* Adv. Comput. Math. 32 (2010).
7. Bos, L.; De Marchi, S.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Computing multivariate Fekete and Leja points by numerical linear algebra.* SIAM J. Numer. Anal. 48 (2010).
8. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Padua2DM: fast interpolation and cubature at the Padua points in Matlab/Octave.* Numer. Algorithms 56 (2011).
9. Bos, L.; De Marchi, S.; Hormann, K. *On the Lebesgue constant of Berrut's rational interpolant at equidistant nodes.* J. Comp. Appl. Math. 236 (2011).
10. Bos, L.; De Marchi, S. *On the Whittaker–Shannon sampling by means of Berrut's rational interpolant and its extension by Floater and Hormann.* East J. Approx. 17 (2011).
11. Bos, L.; De Marchi, S.; Hormann, K.; Klein, G. *On the Lebesgue constant of*

barycentric rational interpolation at equidistant nodes. Numer. Math., online 17 Dec 2011.

5. **Partecipante:** Alvise Sommariva
Posizione: ricercatore MAT/08
Affiliazione: Università di Padova
e-mail: alvise@math.unipd.it
Pubblicazioni:
1. Sloan, Ian H.; Sommariva, Alvise *Approximation on the sphere using radial basis functions plus polynomials.* Adv. Comput. Math. 29 (2008).
2. Punzi, Alessandro; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Meshless cubature over the disk using thin-plate splines.* J. Comput. Appl. Math. 221 (2008).
3. Sommariva, Alvise; Vianello, Marco; Zanovello, Renato *Nontensorial Clenshaw-Curtis cubature.* Numer. Algorithms 49 (2008).
4. Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Computing approximate Fekete points by QR factorizations of Vandermonde matrices.* Comput. Math. Appl. 57 (2009).
5. Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Gauss-Green cubature and moment computation over arbitrary geometries.* J. Comput. Appl. Math. 231 (2009).
6. Bos, Len; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Least-squares polynomial approximation on weakly admissible meshes: disk and triangle.* J. Comput. Appl. Math. 235 (2010).
7. Bos, L.; De Marchi, S.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Computing multivariate Fekete and Leja points by numerical linear algebra.* SIAM J. Numer. Anal. 48 (2010).
8. Sommariva, A.; Vianello, M. *Approximate Fekete points for weighted polynomial interpolation.* Electron. Trans. Numer. Anal. 37 (2010).
9. Caliari, Marco; De Marchi, Stefano; Sommariva, Alvise; Vianello, Marco *Padua2DM: fast interpolation and cubature at the Padua points in Matlab/Octave.* Numer. Algorithms 56 (2011).
10. Bos, L.; Calvi, J.-P.; Levenberg, N.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Geometric weakly admissible meshes, discrete least squares approximations and approximate Fekete points.* Math. Comp. 80 (2011).
11. Santin, G.; Sommariva, A.; Vianello, M. *An algebraic cubature formula on curvilinear polygons.* Appl. Math. Comput. 217 (2011).
12. Gentile, M.; Sommariva, A.; Vianello, M. *Polynomial interpolation and cubature over polygons.* J. Comput. Appl. Math. 235 (2011).
13. Rapetti, F.; Sommariva, A.; Vianello M. *On the generation of symmetric points in the triangle.* J. Comput. Appl. Math., online 28 Nov 2011.
14. Briani, M.; Sommariva, A.; Vianello M. *Computing Fekete and Lebesgue points: simplex, square, disk.* J. Comput. Appl. Math., online 16 Dec 2011.

5 Budget di previsione

Voce	Keuro	Descrizione
Missioni	5	*partecip. a convegni e missioni per collaborazione scient.*
Visitatori	2.5	*invito per un mese equivalente di collaboratori scient.*
Totale	7.5	

Tabella 1: Quadro riassuntivo delle spese del progetto