

Padova. A partire dal 1 novembre 1998, ha ricoperto il ruolo di professore associato (settore disciplinare K03X) presso l'Università di Padova. Dal 1 novembre 2001 è stato professore associato confermato presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica (DIEGM) dell'Università degli Studi di Udine, nel settore disciplinare ING-INF/03. Dal 19 dicembre 2003 è professore di I fascia presso lo stesso dipartimento, dove insegna i moduli di Comunicazioni Elettriche, Sistemi di Telecomunicazione II e Reti di Telecomunicazione.

Fa parte del collegio dei docenti del dottorato di ricerca in Ingegneria industriale e dell'Informazione dell'Università degli Studi di Udine.

A partire dal 1995 ha partecipato a molti progetti del MIUR e del CNR e a progetti Europei nell'ambito della elaborazione e della codifica di segnale video. Attualmente, è responsabile scientifico per l'Università di Udine del progetto Europeo CRAFT "Wirenet" (2003-2005), riguardante la trasmissione dati su linee elettriche utilizzando tecniche di modulazione impulsiva. Partecipa inoltre come ricercatore al progetto FIRB del MIUR "Piattaforme riconfigurabili per comunicazioni radiomobili a larga banda" in collaborazione con l'Università di Padova.

Ha svolto, in collaborazione con altri docenti del DIEGM e su incarico della Regione Friuli Venezia Giulia, uno studio sulle "Strutture Immateriali nella Regione Friuli Venezia Giulia," con lo scopo di definire le azioni per lo sviluppo regionale della larga banda.

Ha coordinato il corso "Comunicazioni Wireless Ubique: Tecnologie Esistenti e Future," presso il CISM (Centro Internazionale Scienze Meccaniche), Udine, maggio 2004.

Ha fatto parte del program committee per le conferenze IEEE International conference for Image Processing e IEE European Conference on Visual Media Production.

Svolge attività di revisore per le riviste IEEE Transactions on Image Processing, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Eurasip Journal on Signal Processing, Multidimensional Signal Processing.

I suoi interessi di ricerca sono nel campo dell'elaborazione del segnale multidimensionale, con particolare riferimento alla codifica del segnale video e di immagini, alla modellizzazione frattale di immagini e alla trasmissione su reti dati. L'attività ha portato alla pubblicazione di circa 70 lavori su riviste e atti di conferenze internazionali. In particolare si è occupato dei seguenti temi.

- Stima spettrale di sequenze televisive, con applicazioni alla televisione ad alta definizione (HDTV), e progetto di filtri FIR ottimi. In particolare, sono stati sviluppati algoritmi efficienti di stima spettrale per segnali multidimensionali con applicazioni al progetto di filtri multidimensionali per la separazione di luminanza e crominanza nel segnale PAL.
- Analisi multirisoluzione e trasformata wavelet con applicazioni alla modellizzazione e approssimazione di immagini frattali. La ricerca in questo campo è stata sviluppata durante la permanenza al Department of Electrical Engineering dell'Università di California a Berkeley.
- Codifica di immagini e sequenze di immagini basata sullo sfruttamento della ridondanza della rappresentazione multirisoluzione. La ricerca in questo campo ha portato allo sviluppo di codificatori di immagini e video particolarmente efficienti basati sulla trasformata wavelet, in cui la ridondanza fra sottobande viene sfruttata ai fini di migliorare l'efficienza di codifica.
- Modellizzazione statistica dei segnali nella scomposizione a sottobande con applicazioni al calcolo del guadagno di codifica ed al controllo del buffer in un sistema di codifica video.
- Codifica video orientata agli oggetti e animazione al ricevitore di volti virtuali. In particolare, il moto della scena, stimato a partire dalla posizione di punti caratteristici, viene modellato con un sistema dinamico e stimato con un filtro di Kalman. I parametri di moto vengono utilizzati al ricevitore per animare un volto virtuale (wireframe).
- Trasmissione impulsiva su linee elettriche. In particolare, si è considerato il progetto di un sistema di trasmissione numerica utilizzando tecniche simili a quelle analizzate per trasmissione radio Ultra Wide Band.
- Codifica congiunta sorgente/canale e sistemi di codifica a descrizioni multiple. Si tratta dell'argomento di ricerca di cui principalmente si è occupato nell'ultimo periodo, con particolare riferimento ai sistemi di descrizione basati sulle basi ridondanti. L'approfondimento di tale tema e l'applicazione a sistemi praticamente realizzabili è uno degli obiettivi del progetto.

Testo inglese

Roberto Rinaldo was born in Este (PD) on July 23rd, 1962. He obtained the laurea degree in Electrical Engineering in 1987 from the University of Padova, Padova, Italy, with honors and the medal for the best graduation score in the academic year 1985-1986. From 1990 to 1992 he was at the University of California at Berkeley as a research assistant, where he did research on fractal image modeling and wavelets, and where he obtained the Master of Science degree in 1992.

He attended the Doctorate program in "Ingegneria Elettronica e dell'Informazione" at the University of Padova, and he obtained the Doctorate degree in 1992. In 1992, he became a "ricercatore" in Telecommunications and worked at the University of Padova in the Dipartimento di Ingegneria Elettronica e Informatica (DEI). Starting from November 1st 1998, he became an associate professor in Telecommunications at the University of Padova. On November 1st 2001, he moved to the University of Udine as an associate professor in Telecommunications (ING-INF/03) in the Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica. Starting from December 19th, 2003, he is now a "I Fascia" professor in the same Department, where he teaches Electrical Communications, Telecommunication Systems II and Telecommunication Networks.

He is part of the Faculty Board of the Doctorate Program in Industrial and Information Engineering of the University of Udine.

Starting from 1995, he participated to many MIUR, CNR and European Projects on video signal processing and coding. Currently, he is the scientific leader for the University of Udine in the CRAFT European project "Wirenet" (2003-2005), regarding data transmission on powerlines using impulsive modulation techniques. He is also a researcher in the FIRB project (funded by MIUR) on Reconfigurable Platforms for Wideband Wireless Communications, in collaboration with the University of Padova.

He collaborated with other Faculty members of the University of Udine to a project, funded by Friuli Venezia Giulia, about

telecommunication infrastructures in the region, with the purpose of developing wideband communication availability and use.

He coordinated the course "Ubiquitous Wireless Communication: Existing and Future Technologies," for CISM (International Centre for Mechanical Sciences), Udine, May 2004.

He was in the program committee for the conferences IEEE International conference for Image Processing and IEE European Conference on Visual Media Production.

He is a reviewer for the journals IEEE Transactions on Image Processing, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Eurasip Journal on Signal Processing, Multidimensional Signal Processing.

His research interests are in the field of multidimensional signal processing, in particular with applications to image and video coding, fractal image modelling and transmission over data networks. He published about 70 papers on international journals and conference proceedings.

In particular, he did research on the following topics.

- Spectral estimation of television sequences, with applications to High Definition Television (HDTV) and optimal FIR filter design. In particular, efficient algorithms for spectral estimation of multidimensional signals and optimal filters for luminance/chrominance separation in PAL signals were developed.
- Multiresolution analysis and wavelet transform with applications to approximation and modelling of fractal images. Research in this field was mainly carried out at the Department of Electrical Engineering of the University of California at Berkeley.
- Image and video sequence coding by exploiting the redundancy inherent in the multiresolution representation. Research in this field lead to the design of very efficient video and image coder/decoders, based on the wavelet transform and where the redundancy among different subbands is exploited to increase coding efficiency.
- Statistical modelling of signals in a subband decomposition with applications to coding gain evaluation and buffer control in video transmission systems.
- Object oriented video coding and virtual face animation at the receiver. In particular, the motion in a video scene is measured on the basis of the positions of characteristic points called features, modelled as a dynamical system and estimated by means of a Kalman filter. Motion parameters are then used to animate a wireframe model at the receiver.
- Impulsive modulation transmission over powerlines. A digital transmission system based on techniques similar to those adopted in UWB radio systems has been designed.
- Joint source/channel coding and multiple description coding systems. This is the main research topic which is being considered at present, with an emphasis toward redundant bases (frames) representations. Further investigation of this topic and its application to the design of practical systems is one of the objectives of this project.

1.6 Pubblicazioni scientifiche più significative del Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca

1. R. BERNARDINI, M. DURIGON, RINALDO R., A. VITALI, P. ZONTONE (in stampa). Frame-based multiple description video coding with extended orthogonal filterbanks. EURASIP JOURNAL ON APPLIED SIGNAL PROCESSING. ISSN: 1110-8657 in corso di pubblicazione.
2. R. BERNARDINI, RINALDO R. (in stampa). Efficient reconstruction from frame based multiple descriptions. IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING. ISSN: 1053-587X in corso di pubblicazione.
3. G. CALVAGNO, F. FANTOZZI, RINALDO R., A. VIAREGGIO (2004). Model-based global and local motion estimation for videoconference sequences. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY. vol. 14 pp. 1156-1161 ISSN: 1051-8215
4. BRUNELLO D., CALVAGNO G., MIAN G.A., RINALDO R. (2003). Lossless Compression of Video Using Temporal Information. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING. vol. 12 pp. 1-9 ISSN: 1057-7149
5. CALVAGNO G., G.A. MIAN, RINALDO R., TRABUCCO W. (2001). Two-Dimensional Separable filters for Optimal Reconstruction of JPEG-Coded Images. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY. vol. 11 pp. 777-787 ISSN: 1051-8215
6. CALVAGNO G., MIAN G.A., RINALDO R. (2000). Synthesis Filter Bank Optimization in Two Dimensional Separable Subband Coding Systems. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING. vol. 9 pp. 1497-1508 ISSN: 1057-7149
7. G. BOLOGNA, G. CALVAGNO, G.A. MIAN, RINALDO R. (2000). Wavelet Packets and Spatial Adaptive Intra-band Coding of Images. SIGNAL PROCESSING-IMAGE COMMUNICATION. vol. 15 pp. 891-996 ISSN: 0923-5965
8. CALVAGNO G., RINALDO R., SBAIZ L. (1998). 3-D Motion Estimation of Objects for Video Coding. IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS. vol. 16 pp. 86-97 ISSN: 0733-8716
9. CALVAGNO G., GHIRARDI G., MIAN G.A., RINALDO R. (1997). Modeling of Subband Image Data for Buffer Control. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY. vol. 7 pp. 402-408 ISSN: 1051-8215
10. CALVAGNO G., RINALDO R. (1997). Multiresolution Vector Quantization for Video Coding. MULTIDIMENSIONAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING. vol. 8 pp. 129-150 ISSN: 0923-6082
11. G. CALVAGNO, RINALDO R. (1997). Hybrid Vector Quantization for Multiresolution Image Coding. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING. vol. 6 pp. 753-758 ISSN: 1057-7149

12. CALVAGNO G., MIAN G.A., RINALDO R. (1996). *Computation of the Coding Gain for Subband Coders*. IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS. vol. 44 pp. 475-487 ISSN: 0090-6778
13. RINALDO R., CALVAGNO G. (1995). *Image Coding by Block Prediction of Multiresolution Subimages*. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING. vol. 4 pp. 909-920 ISSN: 1057-7149
14. RINALDO R., VISETTI A. (1995). *Relations between the k-dimensional unconstrained and linear phase FIR Wiener filter*. MULTIDIMENSIONAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING. vol. 6 pp. 345-348 ISSN: 0923-6082
15. RINALDO R., A. ZAKHOR (1994). *Inverse and Approximation Problem for Two-Dimensional Fractal Sets*. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING. vol. 3 pp. 802-820 ISSN: 1057-7149

1.7 Risorse umane impegnabili nel Programma dell'Unità di Ricerca

1.7.1 Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca

Personale docente

n°	Cognome	Nome	Dipartimento	Qualifica	Settore Disc.	Mesi Uomo	
						1° anno	2° anno
1.	RINALDO	Roberto	Dip. INGEGNERIA ELETTRICA, GESTIONALE E MECCANICA	Prof. Ordinario	ING-INF/03	6	6
2.	BERNARDINI	Riccardo	Dip. INGEGNERIA ELETTRICA, GESTIONALE E MECCANICA	Ricercatore Universitario	ING-INF/03	4	4
TOTALE						10	10

Altro personale

Nessuno

1.7.2 Personale universitario di altre Università

Personale docente

Nessuno

Altro personale

Nessuno

1.7.3 Titolari di assegni di ricerca

Nessuno

1.7.4 Titolari di borse

n°	Cognome	Nome	Dipartimento	Anno di inizio borsa	Durata(in anni)	Tipologia	Mesi Uomo	
							1° anno	2° anno
1.	Zontone	Pamela	Dip. INGEGNERIA ELETTRICA, GESTIONALE E MECCANICA	2004	3	Dottorato	3	3
TOTALE							3	3

1.7.5 Personale a contratto da destinare a questo specifico programma

n° Qualifica	Costo previsto	Mesi Uomo		Note
		1° anno	2° anno	
1. <i>Assegnista</i>	30.000	9	9	
TOTALE	30.000	9	9	

1.7.6 Personale extrauniversitario indipendente o dipendente da altri Enti

Nessuno

PARTE II

2.1 Titolo specifico del programma svolto dall'Unità di Ricerca

Testo italiano

Codifica di segnale multimediale a descrizioni multiple mediante basi ridondanti

Testo inglese

Multiple Description Coding of Multimedia Signals using Redundant Bases

2.2 Settori scientifico-disciplinari interessati dal Programma di Ricerca

ING-INF/03 - Telecomunicazioni

ING-INF/01 - Elettronica

ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni

2.3 Parole chiave

Testo italiano

CODIFICA CONGIUNTA DI SORGENTE/CANALE ; CODIFICA A DESCRIZIONI MULTIPLE ; BASI RIDONDANTI - FRAMES ; TRASMISSIONE ROBUSTA

Testo inglese

JOINT SOURCE/CHANNEL CODING ; MULTIPLE DESCRIPTION CODING ; REDUNDANT BASES - FRAMES ; ROBUST TRANSMISSION

2.4 Base di partenza scientifica nazionale o internazionale

Testo italiano

La ricerca riguardante la codifica di sorgente per il segnale multimediale si è recentemente sempre più focalizzata non solamente sui puri aspetti di compressione ma piuttosto sulla definizione di schemi flessibili capaci di generare flussi di dati utilizzabili in condizioni alquanto diverse. Si assiste infatti, per i prossimi anni, alla definizione di un nuovo paradigma di comunicazione, in cui la fruizione del materiale multimediale deve avvenire, in modo trasparente per l'utente, utilizzando canali e terminali con caratteristiche molto diverse in termini di banda e risoluzione. Le esigenze di mobilità e di un accesso ubiquo all'informazione rendono inoltre problematica la qualità del servizio. Tipici scenari prevedono infatti l'utilizzo di terminali con bassa potenza di trasmissione e di reti non strutturate, caratterizzate dunque da elevati tassi di errore sui simboli, vincoli sul ritardo e perdite di pacchetti. Gli strumenti che si pensa di utilizzare consistono, in primo luogo, nel suddividere l'informazione originaria in modo da modulare la complessità del trasmettitore o del ricevitore, in relazione alle caratteristiche del canale trasmissivo. Particolare rilievo hanno in questo contesto gli schemi "scalabili" di codifica, in cui l'informazione viene tipicamente suddivisa in una parte in bassa frequenza, con la definizione di un segnale di dettaglio o in alta frequenza che può essere utilizzato qualora la banda o le caratteristiche del terminale lo rendano possibile. Schemi di codifica scalabile, con diversi gradi di granularità, sono previsti in molti standard di codifica per video ed immagini [JPEG2000, MPEG4]. Una possibilità interessante e di recente considerata dalla comunità scientifica, che verrà in particolare investigata da questa Unità di ricerca nel corso del progetto, consiste nel generare descrizioni ridondanti della sorgente, che vengono poi codificate indipendentemente (Multiple Description Coding, MDC) [Goyal1, Goyal2, MPEG21]. A differenza di quanto accade nelle tecniche di codifica scalabile, la codifica MD introduce esplicitamente ridondanza fra le descrizioni, cosicché la perdita parziale di informazione, a causa di errori di trasmissione, può essere recuperata proprio sfruttando tale ridondanza. L'utilizzo di tecniche di codifica a descrizione multipla è ritenuto particolarmente interessante sia allo scopo di rendere possibili molti degli scenari considerati [ComMag1, ComMag2, ComMag3, ComMag4, MPEG21], sia appunto per migliorare la robustezza rispetto agli errori.

Il tipo di ridondanza introdotta dalla codifica a descrizioni multiple sfrutta la natura numerica del segnale codificato, permettendo un degrado dolce della qualità della ricostruzione. Più precisamente, la codifica MD è basata sul principio di ripartire i dati multimediali in pacchetti equi-importanti o descrittori, in modo adatto alla tipica situazione in cui tutti i pacchetti trasmessi sulla rete siano affetti dalla medesima probabilità di perdita. In questo modo, la qualità del segnale ricevuto risulta essere proporzionale al numero di pacchetti ricevuti. La tecnica è stata applicata alla trasmissione di immagini e video con risultati significativi. Le varie soluzioni MD proposte in letteratura possono essere divise nelle seguenti classi:

- 1. quantizzatori a descrizione multipla [Reudink, Servetto], in cui ad ogni intervallo di quantizzazione vengono associate due parole binarie che vengono trasmesse in maniera indipendente. L'assegnazione viene fatta in modo tale che se una sola delle due parole viene ricevuta, il valore quantizzato può venire ricostruito, anche se con un errore più grande;*
- 2. trasformate correlanti [Wang2], ossia, trasformate che introducono una correlazione tra i coefficienti in modo tale che eventuali coefficienti persi possano essere stimati da quelli ricevuti;*
- 3. nel campo della codifica video [Gallant, Reibman], sono stati proposti vari schemi basati su sottocampionamento spaziale e/o temporale della sequenza, in connessione a tecniche di recupero che tengano conto del problema della propagazione dell'errore,*

tipica dei codificatori video differenziali con compensazione del moto;

4. codifica tramite basi ridondanti [Yang, Cvet] (spesso ottenute usando banchi di filtri sovracampionati [Cvet]). In questo caso, i coefficienti ottenuti dal banco di filtri non sono indipendenti e tale ridondanza deterministica può essere sfruttata per ricostruire in maniera esatta o approssimata eventuali coefficienti persi. La tecnica è particolarmente interessante, anche se non completamente esplorata in letteratura [Goyal1, BernEtAl, BernRin]. In particolare, è possibile progettare il banco di filtri ridondante in modo che le uscite siano significative dal punto di vista percettivo. Ad esempio, è possibile considerare schemi in cui, accanto alle 4 sottoimmagini ottenute per campionamento polifase spaziale dei frame originali di una sequenza video, si aggiunge una quinta sequenza ottenuta dopo un filtraggio passabasso e sottocampionamento nella direzione delle righe e delle colonne. Questa ulteriore sequenza rappresenta dunque una informazione "di controllo di parità." Si noti che ciascuna delle cinque sottosequenze può essere usata, anche in caso di perdite eccessive, o addirittura di caduta dei diversi link di trasmissione che possono essere utilizzati, per produrre una buona approssimazione del frame originale. Allo scopo, si possono utilizzare opportuni schemi di concealment al ricevitore [Wang, Schaar]. Si noti che l'error concealment sfrutta la ridondanza residua intrinseca del segnale stesso. D'altra parte, essendo in generale tale ridondanza caratterizzabile solo dal punto di vista statistico, il procedimento di concealment sarà necessariamente approssimato e comporterà un errore di ricostruzione, al contrario del caso in cui le basi ridondanti permettano la ricostruzione "esatta" del segnale.

Nello scenario considerato, ciascuna delle descrizioni (create a livello applicazione) dovrà poi essere codificata e trasmessa, eventualmente utilizzando percorsi di trasmissione differenti. A seconda delle caratteristiche del canale, occorrerà tutelarsi dagli errori introdotti a livello di simbolo (problema tipicamente affrontato a livello di collegamento dati) e dalle perdite di pacchetti (problema di preponderante importanza in caso di congestioni o mascheramenti del terminale mobile, tipicamente affrontato a livello di trasporto). Di tali aspetti si occuperanno in particolare le altre due Unità impegnate nel progetto, che ha fra gli obiettivi l'analisi e la soluzione del problema dell'ottimizzazione globale delle tecniche utilizzate ai vari livelli.

Per la protezione a livello collegamento dati, l'uso di codici a correzione d'errore (Forward Error Correction codes, FEC) prevede di introdurre nel bitstream trasmesso alcuni bit di ridondanza. Tali bit di ridondanza permettono di ricostruire esattamente il segnale originale anche in presenza di perdita di dati, qualora tale ridondanza sia opportunamente modulata. D'altra parte, in caso di perdita di pacchetti, dovuta a congestione o mascheramento, nessun recupero degli errori è possibile. Un approccio alternativo, recentemente considerato in letteratura, consiste come ricordato, nell'applicare un codice a correzione di errore relativamente ai pacchetti, a livello trasporto [Rizzo]. In altre parole, si considerano k pacchetti e si generano $N-k$ ulteriori pacchetti "di parità" mediante un codice sistematico di tipo (N,k) che protegge i k simboli che si trovano in ciascun pacchetto nella stessa posizione. Ovviamente, questa procedura permette di recuperare le perdite di pacchetti, ma anche in questo caso, se le perdite sono eccessive, può risultare poco utile, come ad esempio nel caso in cui al ricevitore pervenissero solamente i pacchetti con i simboli di parità. In questo caso, come nel caso di caduta del collegamento, la tecnica MD permette di ricostruire, a livello applicazione, un'approssimazione dell'informazione trasmessa.

Il settore di ricerca sulla MD è relativamente nuovo e molti sono i problemi tuttora aperti; per esempio,

1. non è chiaro come progettare uno schema a descrizione multipla efficiente date le caratteristiche del canale trasmissivo e le richieste in termini di qualità del servizio;
2. è necessario sviluppare schemi efficienti che permettano la codifica/decodifica in tempo reale, anche in situazioni di bassa potenza computazionale (es. terminali mobili);
3. per facilitare la diffusione delle tecniche di descrizione multipla sarebbe bene poter sfruttare le tecniche di codifica già presenti (e già implementate). Per esempio, sarebbe utile poter usare, come blocchi costitutivi dello schema a descrizione multipla, standard di compressione già noti (es. MPEG, H.264 e schemi scalabili basati su wavelet e codifica SPIHT o EBCOT);
4. sempre nell'interesse di facilitare la diffusione delle tecniche a descrizione multipla, un codificatore MD dovrebbe essere retrocompatibile con gli standard già esistenti. In altre parole, il bitstream prodotto da un codificatore MD dovrebbe essere decodificabile anche da un decoder tradizionale perdendo solamente la robustezza rispetto agli errori di trasmissione. In alternativa, nel caso detta retrocompatibilità non fosse possibile, il bitstream prodotto dal codificatore MD dovrebbe poter essere convertito in un formato tradizionale tramite una semplice preelaborazione (per esempio, cancellando la parte iniziale e/o finale del bitstream);
5. per quanto riguarda le tecniche MD basate sui frame, vari sono gli aspetti da considerare. In particolare occorre risolvere in maniera efficiente il problema fondamentale della ricostruzione in presenza di perdite, la cui soluzione è parzialmente affrontata in letteratura.

Testo inglese

Research about multimedia signal source coding has recently focused not only on compression aspects, but also, and with emphasis, to the definition of flexible schemes capable of generating data streams that can be useful in very different conditions. In fact, we expect for the upcoming years the definition of a new communication scenario where the user can access multimedia information in a seamless way, using terminals and channels with different characteristics in terms of resolution and band. The requirements of mobility and ubiquitous access make quality of service a problematic issue. Typical scenarios require the use of low power terminals and of ad-hoc networks, which are characterized by high symbol error rate, delay constraints and packet losses.

The tools that are considered to be more useful allow in the first place to divide the original information so that the coder/decoder complexity can be modulated on the basis of the transmission conditions. To this respect, "scalable" schemes are particularly useful. In such schemes, the information is divided in a low-frequency part, with the definition of a detail high-frequency signal which can be utilized when the band or the user terminal characteristics are adequate.

Scalable coding, with different granularity, is part of many recent standards for images and video [JPEG2000, MPEG4]. An interesting possibility, which has recently been considered by the scientific community and that will be investigated in this project by this research Unit, consists in the generation of redundant source descriptions, which are then coded independently (Multiple Description Coding, MDC) [Goyal1, Goyal2, MPEG21]. Differently from what is done in scalable systems, MD coding explicitly adds redundancy among descriptions. In this way, in addition of obtaining flexible schemes, it is possible to exploit such redundancy to recover lost information as a consequence of transmission errors. The use of multiple description coding techniques is interesting both to make a number of the above mentioned applications possible, but also to provide resilience against errors [ComMag1, ComMag2, ComMag3, ComMag4, MPEG21].

The type of redundancy introduced by Multiple Description techniques takes into account the numeric nature of the coded signal and allows for graceful degradation in case of transmission errors. More precisely, MD coding is based on the idea of dividing the original data into equally important packets or descriptors, in a way which is appropriate for an environment where each packet can be lost with equal probability when transmitted over the channel or network. In this way, the quality of the received signal is smoothly proportional to the number of received packets. The technique has been applied with success to the transmission of images and video. Several MD techniques were proposed in the literature, which can be divided into the following classes.

1. Multiple description quantization [Reudink, Servetto], where each quantization interval is indexed by two binary codes which are transmitted independently. The indexes are designed so that, if only one of the two binary words is received, the signal can still be reconstructed, although with a larger error.
2. Correlating transforms [Wang2], where some correlation is introduced among the transformed coefficients, so that the lost ones can be estimated by the received ones in case of transmission errors.
3. For video coding several schemes have been proposed [Gallant, Reibman]. They are based on spatial and/or temporal subsampling of the video sequence, in association with recovery techniques which take into account error propagation. Error propagation typically arises in differential motion compensated video coders.
4. Coding via redundant bases [Yang, Cvet] (often obtained through oversampled filter banks [Cvet]). In this technique, the coefficients obtained at the output of a filter bank are not independent, and this deterministic redundancy can be exploited to exactly recover or approximate the lost ones. This technique is particularly interesting, but not fully explored in the literature [Goyal1, BernEtAl, BernRin]. In particular, it is possible to design the redundant filter bank so that the output descriptions are visually meaningful. As an example, a redundant filter bank can produce from one video frame four descriptions which consist of its spatial subsampled polyphase components. An additional description is created by low-pass filtering the frame and subsampling in the row and column directions. Thus, the fifth description plays the role of a "parity check" sequence. Note that any of the five subsequences can be used in the case of excessive losses or even when one or more of the different transmission links fail, to obtain an approximation of the original sequence. To this purpose, one can use appropriate concealment techniques at the receiver [Wang, Schaar]. Note that concealment exploits the residual intrinsic redundancy among the signal descriptions. On the other hand, since this redundancy can only be characterized from a statistical point of view, concealment is necessarily an approximate procedure and originates an error in the reconstruction, contrary to what is possible when redundant bases allow for an "exact" reconstruction.

In the scenario we are considering, each description (which is created at the application level) has to be coded and transmitted, possibly along a different transmission path. Depending on the channel characteristics, one has to protect information from errors at the symbol level (this problem is typically considered at the data-link level) and from packet losses (this problem is particularly important in the presence of congestion or terminal masking, and is typically considered at the transport level). These aspects will be considered in particular by the other two research Units involved in this project. One of the objectives of this project is the analysis and solution of the problem of global optimization of the techniques used at these different levels.

For protection at the data link level, the use of forward error correcting codes (FEC) requires to add to the transmitted bit stream a certain amount of redundant parity check symbols as required by an appropriate error correcting code. These additional bits allow to recover the original signal even in the presence of some transmission errors if the redundancy is adequate. On the other hand, in the presence of packet losses due to congestion or terminal masking, no error recovery is possible. An alternative approach, recently considered in the literature, uses error correction codes across packets at the transport level [Rizzo]. In other words, k packets are taken as a block, and additional $N-k$ "parity" packets are built by applying a systematic (N,k) block code to the k symbols in the same position in each packet. This procedure allows for packet recovery. However, if losses are too numerous, the method may not be useful, for example when only the packets with the redundancy symbols arrive at the receiver. In this case, as well as when the link fails entirely, MD techniques allow to reconstruct an approximation of the original information at the application level.

Research about MD schemes is relatively new, and many problems are open. For instance

1. it is not clear how to design an efficient multiple description scheme for a given channel and for a desired quality target.
2. It is necessary to design efficient schemes for real-time coding/decoding, even when limited computation power is available (e.g., for mobile terminals).
3. In order to make the use of MD techniques convenient, it is desirable that these are built on top of existing (and already available) coding standards. For instance, it would be desirable that an MD scheme were built upon blocks based on available coders (e.g., MPEG, H.264, or scalable schemes based on wavelets and SPIHT or EBCOT coding).
4. Toward the same goal, an MD coder should be backward compatible with existing coders. In other words, the bit stream produced by the MD coder should be decoded by a traditional decoder, at the only cost of losing robustness against transmission errors. In case this is not possible, it would be desirable that the MD bit stream could be converted to a standard stream by simple processing (e.g., by deleting the initial or final part of the bit stream).
5. As for frame based MD techniques, various aspects have not been fully considered. In particular, one has to face the fundamental problem of efficient reconstruction in the presence of errors, whose solution has been addressed in the literature only partially.

2.4.a Riferimenti bibliografici

[BernEtAl] R. BERNARDINI, M. DURIGON, RINALDO R., A. VITALI, P. ZONTONE. Frame-based multiple description video coding with extended orthogonal filterbanks. EURASIP JOURNAL ON APPLIED SIGNAL PROCESSING. ISSN: 1110-8657, to appear.

[BernRin] R. BERNARDINI, RINALDO R. Efficient reconstruction from frame based multiple descriptions. IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING. ISSN: 1053-587X, to appear.

[ComMag1] Abdouni, B.; Cheng, B.; Chow, A.L.H.; Golubchik, L.; Lui, J.C.S., "Picture-perfect streaming over the Internet: is there hope?" IEEE Communication Magazine, Vol. 42, no. 8, Aug. 2004, Page(s): 72- 79

[ComMag2] Apostolopoulos, J.G.; Trott, M.D., "Path diversity for enhanced media streaming", IEEE Communication Magazine, Vol. 42, no. 8, Aug. 2004, Pages: 80- 87

[ComMag3] Jiangchuan Liu; Jianliang Xu, "Proxy caching for media streaming over the Internet," IEEE Communication Magazine, Vol. 42, no. 8, Aug. 2004, Page(s): 88- 94

[ComMag4] Zink, M.; Schmitt, J.; Griwodz, C., "Layer-encoded video streaming a proxy's perspective," IEEE Communication

Magazine, Vol. 42, no. 8, Aug. 2004, Page(s): 96- 103

[Cvet] Z. Cvetkovic and M. Vetterli, "Oversampled filter banks," *IEEE Transaction on Signal Processing*, vol. 46, pp. 1245-1255, May 1998.

[Gallant] M. Gallant, S. Shirani, and F. Kossentini, "Standard-Compliant Multiple Description Video Coding", in *Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP'01)*, Thessaloniki, Greece, Oct. 2001.

[Goyal1] V. Goyal, "Multiple description coding: Compression meets the network," *Signal Processing magazine*, pp. 74-93, Sept. 2001.

[Goyal2] Venkataramani, R., Kramer, G., Goyal, V.K., "Multiple description coding with many channels" *Information Theory, IEEE Transactions on Volume 49, Issue 9, Sept. 2003 Page(s):2106 - 2114*

[JPEG2000] C. Christopoulos, A. Skodras, T. Ebrahimi, "The JPEG2000 still image coding system: An Overview", *IEEE Trans. Consumer Elec.*, Vol. 46, No. 4, pp. 1103-1127, Nov. 2000.

[Kaup] Andre Kaup, *Error Concealment for SNR Scalable Video Coding in Wireless Communication*, *Proc. Visual Communications and Image Processing 2000*, Perth, Australia, June 2000.

[Lee] X. Lee, Y. Zhang, A. Leon-Garcis, "Information loss recovery for block-based image coding techniques: a fuzzy logic approach," *IEEE Transaction on Image Processing*, vol. 4, pp. 259-273, Marzo 1995.

[Mohr] A. Mohr, E. Riskin, and R. Ladner, "Unequal loss protection: Graceful degradation of image quality over packet erasure channels through forward error correction," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 18, pp. 819-828, June 2000.

[MPEG21] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, *MPEG-21 Use Case Scenarios Document*, document N4991, Klagenfurt, Austria, July 2002.

[MPEG4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4668, "Overview of the MPEG-4 Standard", March 2002.

[Reibman] A. Reibman, H. Jafarkhani, Y. Wang, M. Orchard, and R. Puri, "Multiple-Description Video Coding Using Motion-Compensated Temporal Prediction," in *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 12, pp. 193-204, Mar. 2002

[Reudink] D. Reudink, "The channel splitting problem with interpolative coders," *Tech. Rep. TM80-134-1*, Bell Labs, Oct. 1980.

[Rizzo] L. Rizzo, "Effective erasure codes for reliable computer communication protocols," *ACM Computer Communication Review*, vol. 27, pp. 24-36, Apr. 1997.

[Servetto] S. D. Servetto, V. A. Vaishampayan, and N. J. A. Sloane, "Multiple description lattice vector quantization," in *Proc. IEEE Data Compression Conference*, (Snowbird, UT), pp. 13-22, IEEE, Mar. 1999.

[Shaar] M. van der Schaar and J. Meehan, *Robust Fine-Granularity-Scalability for Wireless Video*, *International Packetvideo Workshop 2002*, Pittsburgh, PA, USA, April 2002.

[Wang] Y. Wang and Q. Zhu, "Error control and concealment for video communications: A review," *Proc. of the IEEE*, vol. 5, pp. 974-997, Maggio 1998.

[Wang2] Y. Wang, M. T. Orchard, and A. R. Reibman, "Multiple description image coding for noisy channels by pairing transform coefficients," in *Proc. IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing*, (Princeton, NJ), pp. 419-424, June 1997.

[Yang] X. Yang and K. Ramchandran, "Optimal subband filter banks for multiple description coding," *IEEE Transaction on Information Theory*, vol. 46, pp. 2477-2490, Nov. 2000.

2.5 Descrizione del programma e dei compiti dell'Unità di Ricerca

Testo italiano

L'attività del progetto riguarda lo studio e l'integrazione di tecniche di protezione per la trasmissione robusta di dati multimediali in regime di connettività ubiqua. Le tecniche che si intende utilizzare possono essere divise in tre classi, ognuna delle quali agisce concettualmente ad un livello diverso: tecniche a descrizione multipla (MD) per il livello applicativo, FEC applicati cross-pacchetto a livello di trasporto e codici a correzione di errore adattati all'importanza dei dati a livello di link fisico. La presente Unità si occuperà in particolare delle tecniche a descrizioni multiple, mentre gli altri due temi verranno sviluppati dalle altre due Unità. Scopo del progetto è la definizione di un framework per l'uso ottimale delle tre tecniche, che operano a strati diversi nella trasmissione su rete dati, e la realizzazione concreta di un dimostratore.

L'attività specifica di questa Unità all'interno del progetto riguarda lo studio teorico, l'analisi delle prestazioni e lo sviluppo di tecniche di codifica/decodifica basate su descrizioni multiple. In particolare, questa Unità considererà la tecnica MD con basi ridondanti (frames). La parte relativa al codificatore MD verrà inserita in uno schema completo di codifica/decodifica per segnale multimediale. Le prestazioni del codificatore verranno simulate in maniera realistica, prevedendo la pacchettizzazione degli stream e modellando opportunamente le perdite di pacchetti. Il codificatore verrà inoltre interfacciato, mediante scrittura del software relativo, per la trasmissione attraverso la rete wireless realizzata per il dimostratore. La rete wireless sarà di tipo non strutturato. Le tecniche proposte verranno confrontate e integrate con quelle sviluppate dalle altre due Unità.

In particolare, si intendono analizzare i seguenti aspetti.

1. La tecnica MD basata sui frame è molto attraente in quanto una tale rappresentazione è facilmente ottenibile mediante un banco di filtri sovracampionato. Questo permette di utilizzare codificatori standard tipo H.264 o schemi basati sulla trasformata wavelet, per i quali il sovracampionamento è ottenuto codificando l'immagine originale e, ad esempio, una sua versione traslata spazialmente. Si intende analizzare il problema della ricostruzione in presenza di perdita di pacchetti. Dal punto di vista matematico, questo consiste nella costruzione del frame duale e ciò dovrebbe essere effettuato con basso ritardo. La costruzione di uno schema pratico per la costruzione del frame duale, e la individuazione della migliore distribuzione dei coefficienti codificati nei pacchetti inviati nella rete è un problema aperto di sicuro interesse che si intende analizzare.
2. Si intendono confrontare varie soluzioni, analizzare tecniche alternative di MD e di correzione di errore considerate dagli altri partner e valutare le loro prestazioni in un ambiente realistico di trasmissione su canali opportunamente modellati dal punto di vista della statistica di errore.
3. Si vogliono valutare e progettare le modalità di integrazione con le tecniche di FEC a livello trasporto e collegamento dati, al fine di una ottimizzazione globale delle prestazioni.
4. Le varie soluzioni verranno validate, oltre che mediante simulazioni, anche direttamente sulla rete wireless del dimostratore. Sono previsti incontri periodici con tutti i partner del progetto.

Ricordiamo qui che il progetto si divide in tre fasi distinte:

1. Durante la prima fase ogni unità studierà una classe di tecniche di protezione, lavorando in collaborazione con le altre in vista della futura integrazione.
2. Durante la seconda fase le tecniche di protezione sviluppate delle tre unità verranno integrate in uno schema globale.
3. Durante la terza fase lo schema progettato durante la fase precedente verrà reso operativo sviluppando un dimostratore finale.

* Descrizione dettagliata dell'attività dell'unità di ricerca

Il compito di questa Unità sarà di studiare schemi di descrizione multipla che lavorano con basi ridondanti (frames).

+ Fase 1

All'inizio della prima fase si completerà l'analisi dello stato dell'arte relativo agli algoritmi di codifica a descrizione multipla per la trasmissione su rete, in particolare quelli basati su basi ridondanti e banchi di filtri, e si individueranno le soluzioni più convenienti per la trasmissione di segnale multimediale, con particolare riferimento al segnale video. Tale analisi della letteratura verrà svolta tenendo presente sia gli aspetti di fruizione flessibile che di protezione offerti dalle tecniche MD.

Successivamente, gli schemi più promettenti verranno implementati ed adattati allo scenario considerato in questo progetto. Di ogni schema verranno valutate le prestazioni in maniera realistica, sia tramite simulazione (prevedendo la pacchettizzazione degli stream e modellando opportunamente le perdite di pacchetti), sia utilizzando una rete wireless di tipo non strutturato.

Durante questa fase si studierà anche come assegnare ad ogni pacchetto prodotto dal codificatore MD un indice di importanza percettiva che verrà utilizzato dai livelli inferiori per decidere la ridondanza da introdurre per proteggere il pacchetto. Dato che la definizione precisa dell'indice di importanza percettiva dipenderà dalle tecniche sviluppate dalle altre due unità, sarà necessaria durante questo periodo una stretta collaborazione tra i partner.

Infine, i risultati ottenuti saranno opportunamente documentati e verranno decise, in collaborazione con le altre due unità, le linee guida per lo sviluppo della fase 2.

Un risultato collaterale dell'attività della fase 1 sarà la produzione di strumenti software (programmi, librerie, ecc...) implementanti le tecniche di protezione analizzate.

La strutturazione temporale della fase 1 (12 mesi) è la seguente (i primi due task sono svolti in parallelo).

- 1.1) Analisi dello stato dell'arte (3 mesi).
- 1.2) Investigazione delle tecniche MD (11 mesi)
- 1.3) Riassunto dei risultati (1 mese)

I risultati attesi sono i seguenti.

- 1.a) Raccolta della letteratura scientifica sulle tecniche a descrizioni multiple.
- 1.b) Produzione di un documento sulle tecniche investigate.
- 1.c) Implementazione software delle tecniche investigate.

+ Fase 2

All'inizio della fase 2, in concerto con le altre unità, verranno definite le specifiche cross-strato riguardanti sia le informazioni scambiate tra i vari strati, sia le modalità con cui dette informazioni sono trasmesse da uno strato all'altro.

Successivamente, gli strumenti software sviluppati durante la fase 1 verranno adattati in modo da rispettare le specifiche decise al passo precedente.

Infine, il software così adattato verrà integrato con il software prodotto dalle altre due unità. La funzionalità del sistema complessivo sarà verificata prima di passare alla terza fase.

La strutturazione temporale della fase 2 (4 mesi) è la seguente.

- 2.1) Definizione delle specifiche di comunicazione fra gli strati in cui operano le tecniche di protezione considerate (1 mese).
- 2.2) Integrazione delle tecniche (2 mesi)
- 2.3) Test e analisi delle prestazioni globali (1 mese)

I risultati attesi sono i seguenti.

- 2.a) Moduli software con integrazione delle tecniche.
- 2.b) Valutazione quantitativa delle prestazioni del sistema complessivo.

+ Fase 3

All'inizio di questa fase verrà decisa, assieme alle altre due unità, la struttura del dimostratore finale decidendo, tra l'altro, le attrezzature hardware da usare. In particolare, si intende realizzare, mediante terminali connessi con una rete wireless ad-hoc, un sistema di comunicazione audio-video in cui vengono utilizzate le tecniche oggetto di analisi nel progetto. Questa unità apporterà al software prodotto durante la fase 2 le modifiche necessarie per adattarlo all'hardware del dimostratore. Infine, verrà verificato il funzionamento del dimostratore finale incorporante i contributi delle tre unità.

La strutturazione temporale della fase 3 (8 mesi) è la seguente.

- 3.1) Determinazione della struttura del dimostratore (1 mese).
- 3.2) Collaborazione all'implementazione del dimostratore (6 mesi)
- 3.3) Test finale (1 mese)

I risultati attesi sono i seguenti.

- 3.a) Collaborazione alla stesura di un documento riassuntivo dei risultati del progetto.
- 3.b) Il dimostratore.

3.c) *Disseminazione dei risultati in workshop e incontri pubblici.*

Testo inglese

The goal of this project is the design and the integration of techniques for the reliable transmission of multimedia data over ubiquitous networks. The techniques we plan to investigate can be partitioned in three classes. Each class acts, in principle, at a different level. More precisely, we will consider multiple description (MD) techniques for the application level, Forward Error Correction (FEC) codes applied cross-packet for the transport level and, finally, error correction codes adapted to the perceptive importance of data for the data link level. The present Unit will study the class of multiple description techniques; the others two topics will be developed by the others two Units.

The final objectives of the project are (a) the definition of a framework for the joint optimal use of the three classes of techniques and (b) the implementation of a proof-of-concept prototype exploiting the approaches developed in the project. The specific duty of this Unit will be the development and the analysis of the performance of multiple description coders for multimedia data. In particular, this Unit will consider MD techniques based on redundant bases (frames). The performance of the coder will be simulated in a realistic way. More precisely, we will take into account how the data are partitioned in packets and we will simulate the packet losses by means of suitable realistic models. The techniques studied by this Unit will be compared and integrated with those developed from the others Units.

In particular, we plan to analyze the following aspects.

1. Frame-based MD techniques are very attractive since the different descriptions can easily be obtained by means of a redundant filter bank. Each description can be coded by means of standard coders, such as H.264 or wavelet-based ones. We plan to analyze the problem of reconstructing the coded signal in presence of packet losses. Although from a mathematical point of view the solution to this problem is well-known (it suffices to compute the dual frame) the practical problem we plan to research is to do such a reconstruction with low delay. We plan to investigate how to compute efficiently the dual frame and how to divide the coefficients among the packets sent over the network in order to minimize the reconstruction delay.

2. We plan to compare frame-based MD techniques with alternative MD approaches and with the techniques developed by the other Units. We plan also to estimate the performance of MD techniques in a realistic way both by simulation and by means of experiments with an ad-hoc wireless network.

3. We plan to consider how to integrate the developed MD techniques with the approaches developed by the other Units (cross-packet FEC and adaptive data link error correction codes) in order to allow for a joint optimization of the overall performance.

4. The several techniques will be validated, both by means of simulations on the wireless network of the prototype.

Periodic meetings with the other project partners will be scheduled.

Recall that the project is divided in three phases:

1. During the first phase, every unit will study the class of protection techniques assigned to it. Each Unit will work in collaboration with the others in sight of the future integration.

2. During the second phase the protection techniques developed by the three units will be integrated in a single framework.

3. During the third phase the framework developed at the previous step will be specialized to develop the final prototype.

** Detailed description of the research activity of this Unit*

The task of this Unit will be the analysis of frame-based MD techniques.

+ Phase 1

At the beginning of the first phase the analysis of the state of the art of MD will be completed. In particular, we will consider MD techniques based on redundant bases and oversampled filter banks. The more convenient solutions for the transmission of multimedia data, in particular video sequences, will be selected. The analysis of the literature will be carried out by keeping in mind both the aspects of flexible access and protection that MD techniques offer.

Subsequently, the most promising schemes will be implemented and adapted to the scenario considered in this project. The performance of the selected schemes will be estimated both through simulation (by taking into account how the data are split into packets and modelling the packet losses in a realistic way) and by using a non structured wireless network based on IEEE 802.11. During this phase we will also study how to assign an index of perceptive importance to the packets produced by the MD coder. This index will be used by the other levels in order to determine the optimal amount of redundancy required by each packet. Since the precise definition of the index of perceptive importance will depend on the techniques developed from the other two units, a close collaboration between the partners will be necessary during this period.

Finally, the techniques developed will be documented and guidelines for the development of phase 2 will be determined. A byproduct of phase 1 will be a set of software tools (programs, software libraries, etc...) implementing the developed protection techniques.

The temporal structure of phase 1 (12 months) is the following (the first two tasks are carried out in parallel).

1.1) Analysis of the state of the art (3 months).

1.2) Investigation of MD techniques (11 months)

1.3) Summary of results (1 month)

We expect the following results

1.a) Summary of the scientific literature related to the MD.

1.b) Summary of the developed techniques.

1.c) Software implementation of the developed techniques.

+ Phase 2

At the beginning of phase 2 we plan to meet with the other two units in order to define the overall structure of the framework integrating the different protection approaches and the interfaces between layers. More precisely, we plan to define what informations are exchanged between different layers and how they are exchanged.

Subsequently, we will adapt the software tools developed during phase 1 in order to meet the interface specifications decided at the previous step.

Finally, the software produced by this Unit will be integrated with the software produced by the other two research units. The final system will be tested before the beginning of Phase 3.

The temporal structure of phase 2 (4 months) is the following.

2.1) Definition of the interfaces between the layers (1 month).

2.2) Integration of the software tools (2 months)

2.3) *Test and performance analysis (1 month)*

We expect the following results from Phase 2

2.a) *A software integrating the protection techniques developed by the three Units.*

2.b) *Quantitative measurement of the performance of the integrated system.*

+ *Phase 3*

At the beginning of this phase, we will meet with the other units in order to decide the structure of the final prototype. The prototype we plan to realize is an audio-video communication system composed of nodes connected in a wireless ad-hoc network. The prototype will, of course, exploit the techniques and the software tools developed by the Units during the first two Phases.

This unit will adapt the software produced during the Phase 2 to the hardware of the prototype. Finally, the final prototype incorporating the contributions of the three units will be tested.

The temporal structure of phase 3 (8 months) is the following.

3.1) *Determination of the structure of prototype (1 months).*

3.2) *Prototype implementation (6 months)*

3.3) *Final test (1 month).*

We expect the following results.

3.a) *A document summarizing the project history and results.*

3.b) *The prototype.*

3.c) *Contribution to the dissemination of achieved results in workshops and public demonstrations.*

2.6 Descrizione delle attrezzature già disponibili ed utilizzabili per la ricerca proposta con valore patrimoniale superiore a 25.000 Euro

Testo italiano

Nessuna

Testo inglese

Nessuna

2.7 Descrizione delle Grandi attrezzature da acquisire (GA)

Testo italiano

Nessuna

Testo inglese

Nessuna

2.8 Mesi uomo complessivi dedicati al programma

Testo italiano

		Numero	Mesi uomo 1° anno	Mesi uomo 2° anno	Totale mesi uomo
<i>Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca</i>		2	10	10	20
<i>Personale universitario di altre Università</i>		0	0	0	0
<i>Titolari di assegni di ricerca</i>		0			
<i>Titolari di borse</i>	<i>Dottorato</i>	1	3	3	6
	<i>Post-dottorato</i>	0			
	<i>Scuola di Specializzazione</i>	0			
<i>Personale a contratto</i>	<i>Assegnisti</i>	1	9	9	18
	<i>Borsisti</i>	0			
	<i>Dottorandi</i>	0			
	<i>Altre tipologie</i>	0			
<i>Personale extrauniversitario</i>		0			

TOTALE		4	22	22	44
---------------	--	----------	-----------	-----------	-----------

Testo inglese

		Numero	Mesi uomo 1° anno	Mesi uomo 2° anno	Totale mesi uomo
<i>University Personnel</i>		2	10	10	20
<i>Other University Personnel</i>		0	0	0	0
<i>Work contract (research grants, free lance contracts)</i>		0			
<i>PHD Fellows & PHD Students</i>	<i>PHD Students</i>	1	3	3	6
	<i>Post-Doctoral Fellows</i>	0			
	<i>Specialization School</i>	0			
<i>Personnel to be hired</i>	<i>Work contract (research grants, free lance contracts)</i>	1	9	9	18
	<i>PHD Fellows & PHD Students</i>	0			
	<i>PHD Students</i>	0			
	<i>Other tipologies</i>	0			
<i>No cost Non University Personnel</i>		0			
TOTALE		4	22	22	44

PARTE III

3.1 Costo complessivo del Programma dell'Unità di Ricerca

Testo italiano

Voce di spesa	Spesa in Euro	Descrizione
Materiale inventariabile	5.000	Due PC portatili; Schede di comunicazione wireless.
Grandi Attrezzature		
Materiale di consumo e funzionamento	5.000	Spese per gestione amministrativa del progetto, manutenzioni e riparazioni, software, componentistica.
Spese per calcolo ed elaborazione dati		
Personale a contratto	30.000	1 assegnista di ricerca per 18 mesi complessivi.
Servizi esterni		
Missioni	2.000	Incontri fra i partner del progetto.
Pubblicazioni		
Partecipazione / Organizzazione convegni	8.000	Spese di iscrizione a convegni nazionali e internazionali e spese di trasferta (nel sistema di Organizzazione amministrativo/contabile del DIEGM risulta oltremodo difficile distinguere le due voci).
Altro		
TOTALE	50.000	

Testo inglese

Voce di spesa	Spesa in Euro	Descrizione
Materiale inventariabile	5.000	Two laptops; Wireless cards.
Grandi Attrezzature		
Materiale di consumo e funzionamento	5.000	Administrative expenses, maintenance, software, components.
Spese per calcolo ed elaborazione dati		
Personale a contratto	30.000	18 month research fellowship.
Servizi esterni		
Missioni	2.000	Project meetings among partners.
Pubblicazioni		
Partecipazione / Organizzazione convegni	8.000	Subscription and Participation to national and international workshops (in the DIEGM accounting system, it is very difficult to separate the two items).
Altro		
TOTALE	50.000	

3.2 Costo complessivo del Programma di Ricerca

		Descrizione
Costo complessivo del Programma dell'Unità di Ricerca	50.000	
Fondi disponibili (RD + RA) comprensivi dell'8% max per spese di gestione	15.000	Contributo di ateneo disponibile in caso di approvazione del progetto.
Cofinanziamento di altre amministrazioni		
Cofinanziamento richiesto al MIUR	35.000	

3.3.1 Certifico la dichiarata disponibilità e l'utilizzabilità dei fondi di Ateneo (RD e RA)

SI

(per la copia da depositare presso l'Ateneo e per l'assenso alla diffusione via Internet delle informazioni riguardanti i programmi finanziati e la loro elaborazione necessaria alle valutazioni; D. Lgs, 196 del 30.6.2003 sulla "Tutela dei dati personali")

Firma _____

Data 05/04/2005 ore 10:20